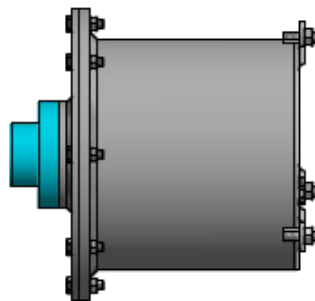




**PROSES PEMESINAN CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL*
CASTING ALUMINIUM**

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Mesin



Penyusun:

Bondan Aji Yoga Brata
13508134021

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PROYEK AKHIR
PROSES PEMESINAN CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL*
CASTING ALUMINIUM**

disusun oleh:

BONDAN AJI YOGA BRATA
13508134021

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Untuk
Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Mesin



Yogyakarta, Juni 2016
Menyetujui Dosen Pembimbing,

Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.
NIP : 19640302 198901 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

**PROSES PEMESINAN CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL*
CASTING ALUMINIUM**

Disusun Oleh :

BONDAN AJI YOGA BRATA
13508134021




Telah diujikan di depan Dewan Penguji Proyek Akhir Fakultas Teknik Universitas

Negeri Yogyakarta pada tanggal 20 Juli 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya

Program Studi Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1. Ketua Penguji	Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.		25/7 2016
2. Sekretaris Penguji	Ir. Wahidin Abbas, M.Si		23/07 2016
3. Penguji Utama	Drs. Nurdjito, M.Pd		23/7 2016

Yogyakarta, 27 Juli.... 2016

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Widarto, M.Pd.

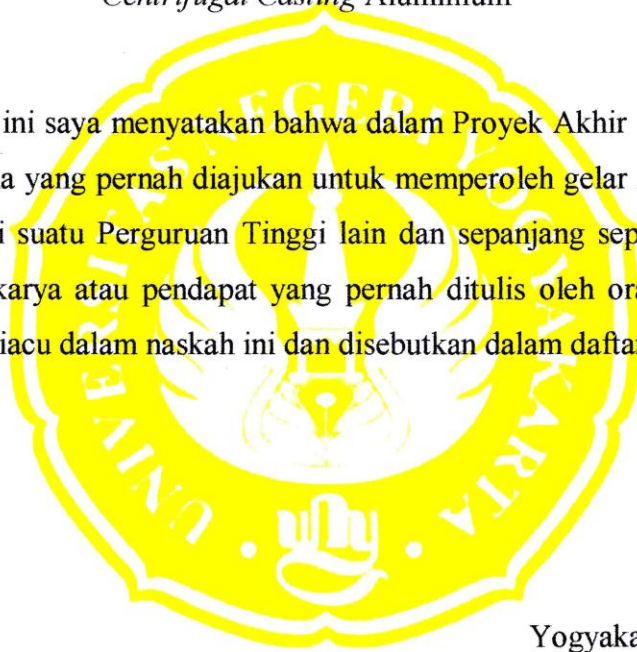
NIP. 19631230 198812 1 001 x

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bondan Aji Yoga Brata
NIM : 13508134021
Jurusan : Pendidikan Teknik Mesin/Teknik Mesin (D3)
Fakultas : Teknik
Judul : Proses Pemesinan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting* Aluminium

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang sama yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, Juni 2016

Yang menyatakan,

Bondan Aji Yoga Brata
NIM. 13508134021

PROSES PEMESINAN CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL* *CASTING ALUMINIUM*

Oleh:

Bondan Aji Yoga Brata
13508134021

ABSTRAK

Tujuan dari penyusunan proyek akhir ini adalah (1) mengetahui gambar kerja komponen cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. (2) mengetahui alat-alat, mesin dan alat ukur yang digunakan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. (3) mengetahui prosedur proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*. (4) mengetahui hasil uji kinerja dari hasil pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium.

Metode yang digunakan dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium pertama identifikasi gambar kerja. Kedua identifikasi mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Ketiga proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Keempat mengetahui kinerja cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium.

Gambar kerja cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium telah dibuat perancang dengan jelas dan lengkap dengan toleransi suaian. Bahan yang dibutuhkan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah plat baja karbon dengan penampang lingkaran berdiameter 300 mm dan tebal 10 mm, plat baja karbon diameter 250 mm dan tebal 10 mm, plat baja karbon diameter 120 mm dan tebal 20 mm, pipa diameter 8 inchi, tebal 8 mm, dan panjang 200 mm. Mesin yang digunakan pada proses pembuatan adalah mesin bubut, mesin gergaji, dan mesin frais. Alat yang digunakan untuk pembuatan cetakan adalah mistar baja, jangka sorong, bor senter, bor Ø6 Ø8 Ø10,5 Ø15, tap M12 x 1,75, ragum, dan pahat. Proses pemesinan dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium diawali dengan *cutting plan*, proses pemotongan bahan, proses pembubutan, proses pengeboran, dan proses pembuatan ulir dengan tap M12 x 1,75. Kinerja cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dapat diputar pada mesin bubut dengan putaran mesin 1100 RPM, dan mampu bekerja pada suhu lebur aluminium.

Kata kunci : Pemesinan, cetakan, *horizontal centrifugal casting* aluminium

MOTTO

“Dengan hikmat TUHAN telah meletakkan dasar bumi, dengan pengertian
ditetapkan-Nya langit, dengan pengetahuan-Nya air samudera raya berpencaran
dan awan menitikkan embun”

(Amsal 3: 19-20)

“Bagian kita adalah melakukan kehendak Allah, dan bagian Allah adalah
mengurus kita. Karenanya kita seharusnya tidak pernah takut pada apapun.”

(MacDonald)

“Lebih banyak orang yang meminta kepada Tuhan agar diringankan bebannya,
daripada yang meminta agar diberikan tulang punggung yang lebih kuat.”

(Ki Hadi Sugito)

PERSEMBAHAN

Berkat Anugerah Allah Bapa, Kasih Allah Putera, dan Hikmat Allah Roh , karya tulis ini dipersembahkan untuk:

1. Orang tua, Ibu Nur Maniah yang telah memberikan doa, dan dukungan
2. Kakak, **Bayu** dan **Galih** yang telah memberikan semangat
3. Semua dosen jurusan Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan pengajaran
4. Teman-teman satu kelompok, **Nurcahyo** dan **Ahmad Munir** yang telah memotifasi untuk mengerjakan Laporan Proyek Akhir ini.
5. Seluruh teman satu jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Bapa, Allah Putera serta Allah Roh yang telah memberikan anugerah kasih, hikmat, dan pemeliharaan, sehingga laporan Proyek Akhir yang berjudul “PROSES PEMESINAN CETAKAN *HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING* ALUMINIUM ” dapat diselesaikan.

Laporan ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Program Studi D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penyusunan, pembuatan dan penyelesaian laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir
2. Arif Marwanto, M.Pd., selaku Koordinator Proyek Akhir Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
3. Aan Ardian, M.Pd, selaku Koordinator Prodi D3 Teknik Mesin FT UNY
4. Dr. Sutopo, M.T, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
5. Drs. Suyanto, M.Pd., MT., selaku Dosen Penasihat Akademik
6. Segenap staff dan karyawan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY
7. Dr. Widarto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
8. Rekan-rekan satu kelompok Proyek Akhir (Nurchahyo dan Ahmad Munir) terima kasih atas kerjasama dan kebersamaannya
9. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin FT UNY

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Yogyakarta, 23 Juni 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan	7
F. Manfaat	8
G. Keaslian	9

BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Identifikasi Gambar	10
B. Identifikasi Bahan	13
C. Identifikasi Mesin dan Alat	15

BAB III. KONSEP PEMBUATAN

A. Konsep Umum Pembuatan Produk	46
---------------------------------------	----

B. Konsep Proses Pemesinan Cetakan	53
BAB IV. PROSES PEMBUATAN, HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Diagram Alir Proses Pembuatan	60
B. Visualisasi Proses Pembuatan Cetakan	61
C. Proses Pemesinan Cetakan	62
D. Proses Pemesinan Tutup	85
E. Uji Dimensi	95
F. Uji Fungsi	96
G. Uji Kinerja	97
H. Pembahasan	102
I. Spesifikasi	111
J. Kelemahan	112
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	113
B. Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN	117

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Poros dan lubang	11
Gambar 2. Suaian	12
Gambar 3. <i>Tailstock</i>	17
Gambar 4. Bentuk alur	20
Gambar 5. Alur memmanjang	21
Gambar 6. Nama bagian ulir	22
Gambar 7. Ulir metris	23
Gambar 8. Ulir segi empat	24
Gambar 9. Bentuk injakan kartel	25
Gambar 10. <i>Champher</i>	25
Gambar 11. Kartel.....	26
Gambar 12. Keliling benda kerja	28
Gambar 13. Gerak pemakanan dan kedalaman potong	29
Gambar 14. Geometri pahat bubut.....	32
Gambar 15. Macam-macam pahat bubut	33
Gambar 16. Mandrel	34
Gambar 17. Tap.....	35
Gambar 18. Tap M12 x 1,75	35
Gambar 19. Tap konis.....	36
Gambar 20. Tap antara	37
Gambar 21. Tap rata	37
Gambar 22. Tangkai tap.....	38
Gambar 23. Snei pejal	39
Gambar 24. Snei bercelah	39
Gambar 25. Tangkai snei	40
Gambar 26. Ragum	40
Gambar 27. Pelapis mulut ragum	41
Gambar 28. Jangka sorong	44

Gambar 29. Mistar baja	45
Gambar 30. Dudukan	53
Gambar 31. Flens depan dan belakang	55
Gambar 32. Tabung cetakan	56
Gambar 33. Tutup	58
Gambar 34. Diagram alir proses pembuatan	60
Gambar 35. Konsep pengeleman dudukan	63
Gambar 36. Konsep pengeleman flens	64
Gambar 37. Tabung cetakan	65
Gambar 38. Pengeleman proses <i>finishing</i> dudukan	66
Gambar 39. Cetakan dipasang pada mesin bubut	68
Gambar 40. Unit <i>horizontal centrifugal casting</i>	99
Gambar 41. Pemanasan cetakan	100
Gambar 42. Cetakan diputar	100
Gambar 43. Mengeluarkan aluminium dari cetakan	101
Gambar 44. Hasil pengecoran	101
Gambar 45. Permukaan dalam	108
Gambar 46. Permukaan luar	109
Gambar 47. Penampang hasil pengecoran	109

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hubungan bahan dan daun gergaji	15
Tabel 2. Jenis pahat HSS	31
Tabel 3. Langkah kerja <i>facing</i> dudukan	69
Tabel 4. Langkah kerja bubut lurus dudukan	70
Tabel 5. Langkah kerja bubut lurus flens	71
Tabel 6. Langkah kerja bubut tabung cetakan	72
Tabel 7. Langkah kerja <i>champher</i> tabung cetakan	73
Tabel 8. Langkah kerja pemesinan akhir dudukan	74
Tabel 9. Langkah kerja <i>finishing</i> cetakan	82
Tabel 10. Langkah kerja pembuatan lubang tutup.....	85
Tabel 11. Parameter pembubutan lubang	86
Tabel 12. Langkah kerja <i>facing</i> tutup	87
Tabel 13. Parameter <i>facing</i> tutup	88
Tabel 14. Langkah kerja membubut alur	89
Tabel 15. Parameter membubut alur	90
Tabel 16. Langkah kerja membubut luar	91
Tabel 17. Parameter membubut luar	92
Tabel 18. Langkah kerja membubut dalam	93
Tabel 19. Parameter membubut dalam	94
Tabel 20. Uji dimensi dudukan	95
Tabel 21. Uji dimensi flens	95
Tabel 22. Uji dimensi tabung cetakan	95
Tabel 23. Uji dimensi tutup cetakan	95
Tabel 24. Hasil uji kekerasan bahan	103
Tabel 25. <i>Hardness conversion</i>	104
Tabel 26. Uji kekerasan pengecoran sentrifugal	110
Tabel 27. Uji kekerasan pengecoran <i>gravity</i>	110

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Gambar Kerja	117
Lampiran 2. <i>Cutting Speed</i> dan <i>Feed</i> Mesin Bubut	131
Lampiran 3. Parameter Pengeboran.....	132
Lampiran 4. Tabel DIN 17100	133
Lampiran 5. Simbol Diagram Alir	134
Lampiran 6. Foto Uji Kinerja	135
Lampiran 7. Foto Hasil Pengecoran	136
Lampiran 8. Kartu Bimbingan	137
Lampiran 9. Diagram Fe3C	138

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengecoran merupakan suatu proses membuat benda dengan cara meleburkan logam dan menuangkannya kedalam cetakan. Logam yang digunakan dapat berupa logam *ferro* dan *nonferro*. Beberapa contoh produk pengecoran diantaranya pipa, blok mesin, penggorengan, velg, dan sebagainya.

Kebutuhan akan produk manufaktur semakin meningkat dari tahun ke tahun dapat dilihat pada pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia. Komponen mesin sepeda motor kebanyakan dibentuk dengan cara dicor. Bahan yang digunakan tidak didominasi oleh baja, melainkan dengan aluminium. Aluminium dipilih karena memiliki sifat sebagai berikut:

1. Aluminium memiliki massa jenis yang rendah ($2,7 \text{ g/cm}^3$) sehingga menghasilkan produk yang ringan
2. Temperature lebur aluminium lebih rendah dari temperature lebur baja yaitu $660,32 \text{ }^\circ\text{C}$, sehingga dapat menghemat biaya produksi
3. Aluminium memiliki kemampuan alir yang baik, sehingga dapat mengisi celah-celah cetakan

Meskipun baja memiliki kekuatan diatas aluminium, aluminium tetap mampu bersaing dengan baja. Dari segi kekuatan aluminium di siasati dengan memadukan aluminium dengan unsur lain.

Konsep pengecoran aluminium yang banyak digunakan secara umum, dengan menggunakan konsep *gravity casting*. *Gravity casting* merupakan proses *casting* yang paling dasar, yaitu dengan menuangkan aluminium cair ke dalam cetakan dan memanfaatkan gravitasi bumi untuk memenuhi cetakannya. Jadi kunci utama metode *gravity casting* adalah pada desain cetakan yang benar-benar memperhitungkan arah gravitasi sehingga kepadatan bentuk bisa didapat. Cacat coran yang sering muncul diantaranya cacat salah alir, rongga udara dan rongga penyusutan. Cacat coran tersebut akan memberikan pengaruh pada kualitas coran yang kurang baik. Gaya yang bekerja pada pengecoran *gravity casting* dituliskan, $F = m \cdot g$

Perbaikan dan perkembangan produk aluminium terus dilakukan baik dari sisi komposisi aluminium maupun dari sisi metode pengecoran. Pengembangan karakteristik dari aluminium dilakukan dengan memadukan aluminium dengan unsur lain. Unsur yang ditambahkan memberikan sifat aluminium sesuai dengan kebutuhan produk. Unsur yang umum dipadukan dengan aluminium adalah silikon (Si), mangan (Mn), magnesium (Mg), dan lain sebagainya. Paduan silikon dengan aluminium memberikan sifat mampu alir yang baik pada aluminium yang dilebur, sehingga memperkecil resiko aluminium cacat salah alir. Paduan antara aluminium dengan silikon berkisar antara juga menghasilkan produk pengecoran dengan sifat mampu proses pemesinan dengan baik. Paduan aluminium dengan 2-3% Mg menghasilkan produk cor dengan karakter mudah dirol dan ditempa. Paduan aluminium

dengan 1,2% Mn menghasilkan produk aluminium dengan ketahanan terhadap panas.

Pengembangan metode pengecoran salah satunya adalah metode *centrifugal casting*. *Centrifugal casting* adalah metode pengecoran dimana logam cair di tuangkan pada sebuah cetakan yang berputar dengan kecepatan tertentu. Prinsip dari metode *centrifugal casting* yaitu pengecoran dilakukan dengan cara menuangkan logam cair kedalam cetakan yang berputar, akibat gaya sentrifugal yang ditimbulkan putaran, logam cair akan terdistribusi kedinding rongga cetakan dan kemudian membeku sesuai bentuk cetakan.

Centrifugal casting terbagi atas dua orientasi, yaitu vertikal dan horizontal. Pada vertikal *centrifugal casting* proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi vertikal. Sedangkan horizontal *centrifugal casting* adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar pada posisi horizontal. Vertikal *centrifugal casting* diaplikasikan pada pengecoran benda tabular dengan diameter benda lebih besar dari panjang benda. Sedangkan horizontal *centrifugal casting* diaplikasikan pada pengecoran benda tabular dengan diameter benda lebih kecil dari panjang benda. (STG, 2004: 16)

Pengecoran dengan melibatkan gaya sentrifugal menghasilkan produk aluminium dengan butiran yang lebih kecil, dengan kata lain lebih padat. Menurut suatu jurnal penelitian aluminium yang dihasilkan dari pengecoran sentrifugal memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Produk hasil pengecoran relatif bebas dari kerusakan

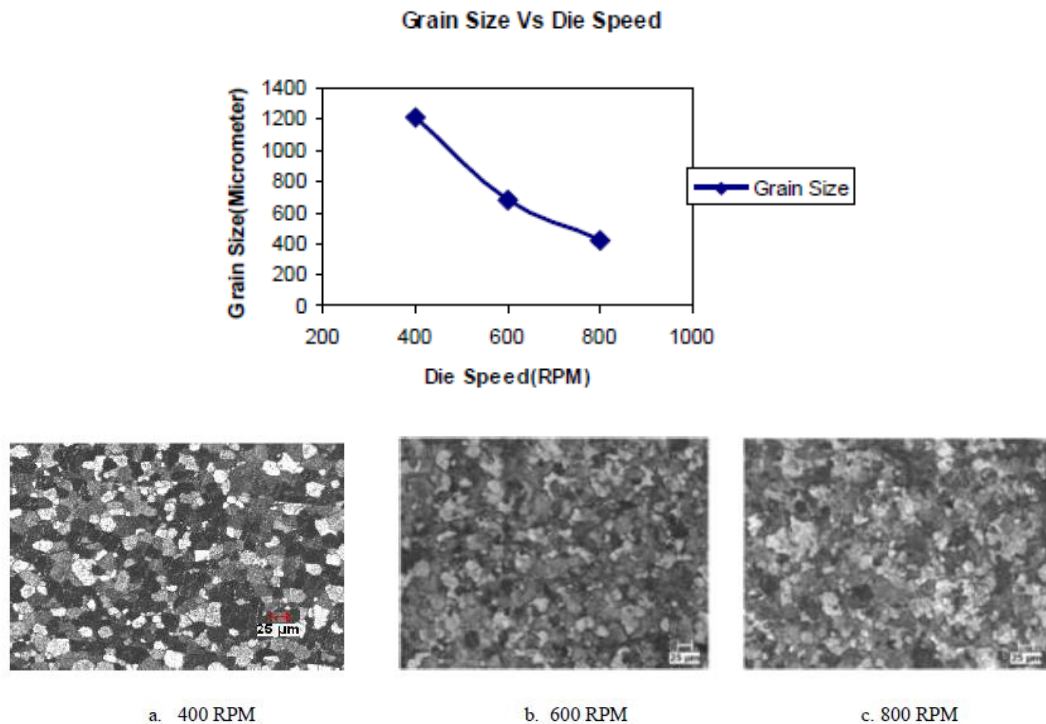
2. Lebih sedikit produk yang terbuang akibat proses pemesinan
3. lebih mudah diproses pemesinan
4. kecepatan produksi lebih tinggi
5. dapat diaplikasikan pada pembuatan pipa bimetal

(Joshi, 2015: 3)

untuk menghasilkan produk yang diharapkan sesuai karakter diatas, perlu memperhatikan aspek panas, putaran, dan cetakan.

Pengecoran aluminium dapat dilakukan apabila aluminium dalam keadaan lebur. Untuk melebur logam aluminium padat diperlukan panas yang dikelola pada dapur peleburan aluminium. Titik lebur aluminium adalah pada temperatur 660,32 °C, sedangkan titik didih aluminium pada 2519 °C.

Centrifugal casting dipengaruhi oleh besarnya gaya sentrifugal yang terjadi ketika pengecoran berlangsung. Gaya sentrifugal timbul dari putaran, sumber putaran dapat berasal dari motor listrik maupun motor bakar. Semakin putaran maka semakin besar gaya sentrifugal yang timbul. Sehingga cairan aluminium mendapat tekanan gaya yang semakin besar pula. Dengan kata lain partikel dari aluminium ditekan, sehingga memiliki butiran yang kecil. Menurut jurnal penelitian perbandingan antara putaran dengan butiran disajikan dalam diagram berikut.



Berdasarkan data diatas dapat dilihat, semakin besar putaran maka struktur butiran aluminium akan semakin halus.

Cetakan *centrifugal casting* berbeda antara posisi vertikal dengan posisi horizontal. Untuk benda yang memiliki panjang lebih besar dari diameternya, direkomendasikan posisi horizontal. Pada dasarnya cetakan menjadi wadah bagi aluminium cair, untuk diputar pada putaran tertentu. Cetakan *centrifugal casting* dapat berupa baja, tanah atau bahan lain. Baja dapat digunakan sebagai bahan cetakan karena memiliki titik lebur yang tinggi yaitu 1500 °C (lampiran 9). Penggunaan baja memudahkan proses pembentukan cetakan. Pembuatan cetakan dapat dilakukan dengan pengecoran maupun proses pemesinan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kebutuhan akan produk aluminium terus meningkat
2. Tuntutan akan pengembangan produk aluminium, salah satunya pengembangan metode *centrifugal casting*
3. Mengelola panas pada temperature 660,32 °C untuk melebur aluminium
4. Putaran pada pengecoran sentrifugal agar mencapai kualitas maksimal
5. Bahan cetakan *centrifugal casting*
6. Proses pembentukan cetakan *centrifugal casting*

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang dipaparkan di atas, permasalahan untuk mewujudkan suatu alat pengecoran dengan konsep *centrifugal casting* masih sangat luas. Sehingga pembahasan pada laporan ini difokuskan pada “Proses Pemesinan cetakan *horizontal centrifugal casting* dan analisis hasil pengecoran”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan sebagai bahan cetakan *horizontal centrifugal casting*

2. Alat-alat, mesin, dan alat ukur apa saja yang digunakan pada proses pemesinan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting*?
3. Bagaimana urutan proses pemesinan pada pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*?
4. Bagaimana kinerja dari cetakan *horizontal centrifugal casting*?
5. Bagaimana hasil pengecoran setelah dilakukan pengujian kekerasan dan uji struktur?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* tersebut antara lain:

1. Mengetahui material cetakan *horizontal centrifugal casting*
2. Mengetahui prosedur pengerjaan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium agar cetakan dapat digunakan
3. Mengetahui alat-alat, mesin dan alat ukur yang digunakan pada proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium
4. Mengetahui kinerja dari cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium
5. Mengetahui struktur dan karakter dari aluminium yang dicor dengan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium

F. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari pembuatan laporan tersebut adalah :

1. Bagi Mahasiswa

- a. Memenuhi mata kuliah Proyek Akhir yang wajib ditempuh untuk mendapatkan gelar ahli madya D-3 Teknik Mesin UNY.
- b. Wujud nyata terhadap penerapan teori dan keterampilan kerja praktik yang diperoleh selama melaksanakan perkuliahan.
- c. Mengembangkan, memodifikasi atau menciptakan karya yang bermanfaat bagi kegiatan praktik pengecoran.
- d. Meningkatkan mutu dan kinerja mahasiswa.

2. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Dapat memberikan informasi terbaru khususnya oleh teknik mesin UNY tentang inovasi teknologi tepat guna kepada institusi perguruan tinggi lain
- b. Meningkatkan peran Serta Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dalam mengembangkan wawasan bidang keilmuan
- c. Sebagai salah satu wujud Tri dharma perguruan tinggi

3. Bagi Dunia Pendidikan

- a. Diharapkan mampu memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan aplikasi ilmu dan teknologi, khususnya pada program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

- b. Menambah perbendaharaan dari *horizontal centrifugal casting*.

G. Keaslian

Horizontal centrifugal casting ini merupakan modifikasi dari *horizontal centrifugal casting* yang ada sebelumnya. Modifikasi dilakukan dengan mengganti kancing cetakan sehingga penutupan akan lebih rapat dan mengurangi terjadinya resiko kebocoran. Alat ini adalah bentuk solusi untuk menambah ragam praktik pengecoran yang ada di universitas. Bagian-bagian penting dari alat ini meliputi: cetakan, corong, dan mesin bubut sebagai sumber putaran penghasil gaya sentrifugal. Proses terciptanya alat ini adalah diawali dari keinginan untuk menambah ragam praktik pengecoran yang ada di universitas khususnya jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Berdasarkan observasi ini didapatkan suatu gagasan yaitu dengan mengembangkan alat ini.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* harus melalui mekanisme perencanaan pekerjaan yang tepat. Menghimpun berbagai kajian materi pemesinan merupakan tahap suatu pendekatan dalam memecahkan masalah dalam proses pemesinan cetakan *horizontal centrifugal casting*. Pendekatan pemecahan permasalahan dilakukan dengan mengidentifikasi gambar kerja, bahan baku, dan mesin sebelum proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*.

A. Identifikasi Gambar

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang teknik. Oleh karena itu gambar sering juga disebut sebagai “bahasa teknik” atau “bahasa untuk seorang teknik”.¹

Gambar mempunyai tugas memberikan informasi kepada seseorang, agar dapat membuat suatu produk sesuai dengan kehendak perancang. Untuk itu dalam gambar ditentukan standar-standar sebagai penyeragam pemahaman.

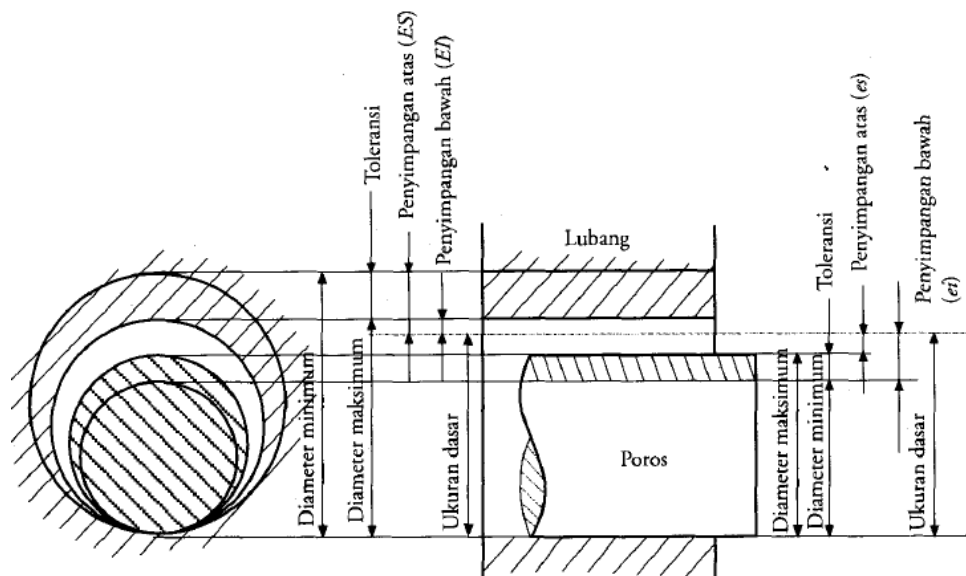
Identifikasi gambar kerja menghasilkan informasi dan rambu-rambu dalam menentukan langkah pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*. Sehingga cetakan *horizontal centrifugal casting* sesuai dengan desain dari perancang. Mengidentifikasi gambar kerja berarti mengidentifikasi ukuran, toleransi, dan informasi penting lainnya. Hasil dari identifikasi tidak selalu

¹ Takeshi Sato, *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO* (Cet. 8; Jakarta: Pradya Paramita, 1999), h. 1.

informasi secara tertulis, melainkan dapat berupa informasi secara gambaran dalam menentukan alur proses pengerjaan.

1. Toleransi

Toleransi ukuran adalah perbedaan ukuran antara kedua harga batas tempat ukuran atau jarak permukaan komponen berada. Untuk setiap komponen perlu didefinisikan suatu ukuran dasar. Oleh karena itu, kedua harga batas yang membatasi daerah toleransi dapat dinyatakan sebagai penyimpangan terhadap ukuran dasar. Ukuran dasar ini harus dinyatakan dengan bilangan bulat (umaryadi, 2006: 93).



Gambar 1. Poros dan Lubang

2. Suaian

Suaian adalah perbedaan ukuran dari dua buah komponen yang akan dirakit sebelum komponen tersebut disatukan. Komponen yang dimaksud diwakili oleh sebuah poros dan lubang poros. Jenis-jenis suaian menurut daerah toleransi lubang dan daerah toleransi poros, meliputi:

a. Suaian longgar (*clearance fit*)

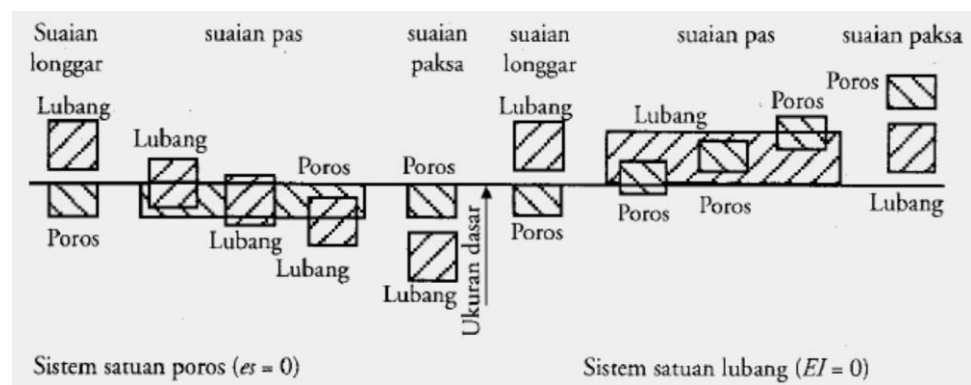
Suaian longgar adalah suaian yang akan selalu menghasilkan kelonggaran. Daerah toleransi lubang selalu terletak di atas daerah toleransi poros.

b. Suaian paksa (*interference fit*)

Suaian paksa adalah suaian yang akan selalu menghasilkan kerapatan. Daerah toleransi lubang selalu terletak di bawah daerah toleransi poros.

c. Suaian pas (*transition fit*)

Suaian pas adalah suaian yang dapat menghasilkan kelonggaran maupun kerapatan. Daerah toleransi poros dan daerah toleransi lubang saling menutupi.



Gambar 2. Suaian (umaryadi, 2006: 94).

Dari gambar tersebut diketahui bahwa pada sistem satuan poros yang dipakai, penyimpangan dari toleransi poros selalu nol. Sebaliknya, pada sistem satuan lubang penyimpangan bawah dari toleransi lubang selalu bernilai nol.

B. Identifikasi Bahan

Pembuatan produk cetakan *horizontal centrifugal casting* menggunakan bahan logam *ferro* yaitu baja. Untuk itu diperlukan kajian mengenai baja menyangkut kekuatan, klasifikasi dan perlakuan yang sesuai. Dengan demikian pemilihan bahan (baja) sesuai dengan tujuan, sehingga produk dapat digunakan. Baja dapat dikelompokkan menjadi: baja karbon, dan baja paduan.

Baja karbon adalah paduan besi dan karbon dimana unsur karbon menentukan sifat-sifat baja. Sifat baja ditentukan oleh persentase karbon yang menjadi paduan, sehingga baja karbon dikelompokkan menjadi:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah besi dengan paduan karbon kurang dari 0,25%. Baja ini memiliki sifat lunak, ulet dan mudah dideformasi.

2. Baja Karbon Medium

Baja karbon medium adalah besi dengan paduan karbon antara 0,25% sampai 0,6%. Baja jenis ini memiliki sifat menengah.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi adalah besi dengan paduan karbon antara 0,6% sampai 1,4%. Baja jenis ini memiliki sifat kuat, keras, namun lebih getas.

Baja paduan adalah baja yang terdiri atas beberapa unsur, dengan tujuan meningkatkan sifat dari baja untuk memenuhi kebutuhan. Unsur yang dipadukan berupa: mangan, nikel, vanadium, silikon, boron, aluminium, dan sulfur.

Suatu alat atau produk tentu membutuhkan bahan yang disesuaikan dengan kegunaanya. Pemilihan bahan perlu memperhitungkan beberapa hal terkait sifat-sifat bahan yang akan dipilih. Untuk itu pemilihan bahan didasari dari sifat-sifat berikut:

1. Sifat Kimia

Sifat kimia diartikan sebagai sifat bahan yang mencakup keadaan logam akibat pengaruh kimia. Contoh yang umum terjadi pada baja adalah pengaruh oksidasi, atau umum disebut korosi. Sehingga perlu diperhitungkan kemungkinan korosi suatu bahan.

2. Sifat Panas

Akibat pengaruh panas suatu bahan akan cenderung mengalami perubahan sifat, bentuk, dan ukuran. Pengaruh panas dapat juga merubah struktur jika kombinasi pemanasan dan pendinginan terjadi pada kelajuan tertentu. Situasi ini banyak mempengaruhi sifat mekanis suatu bahan. Sehingga dalam pembentukan suatu bahan perlu memperhitungkan panas yang timbul pada saat pembentukan.

3. Sifat Mekanik

Sifat mekanik suatu bahan adalah kemampuan untuk menahan beban-beban yang dikenakan pada bahan tersebut. Beban-beban tersebut dapat berupa beban tarik, tekan, bengkok, geser, puntir, atau kombinasi beban. Untuk itu dalam pemilihan bahan perlu memperhitungkan ketahanan suatu bahan dalam menerima beban (Daryanto, 2010: 5).

C. Identifikasi Mesin dan Alat

Identifikasi mesin atau peralatan dilakukan untuk menentukan pilihan mesin dan peralatan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting*. Dengan melakukan identifikasi mesin dan peralatan, alur dan langkah kerja dapat ditetapkan sehingga proses pembuatan cetakan dapat dilakukan dengan mesin dan alat yang tepat.

1. Mesin Gergaji

Mesin gergaji adalah alat untuk memotong suatu benda dengan merubah putaran motor listrik menjadi gerak linier daun gergaji. Prinsip dari mesin gergaji sama dengan prinsip kerja gergaji tangan. Pemakanan terjadi saat daun mata gergaji bergerak maju, sedangkan pada gerakan mundur daun mata gergaji tidak melakukan pemakanan.

Pekerjaan pemotongan akan berhasil dengan baik apabila pemilihan alat potongnya yang benar, artinya sesuai dengan jenis bahan yang akan dipotong, sesuai dengan kecepatan pemotongan dan sesuai dengan sifat pemotongan. Untuk itu perlu adanya pedoman dalam pemilihan daun mata gergaji. (Ambiyar, 2008: 507). Petunjuk pemilihan daun mata gergaji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hubungan antara bahan dengan jenis daun mata gergaji

Diameter bahan	Bahan keras	Bahan lunak
3-6mm	32 TPI	24 TPI
6-12mm	24 TPI	18 TPI
12-25mm	18 TPI	14 TPI

2. Mesin Bubut

a. Pengertian Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang mempunyai gerak utama berputar, dan mempunyai fungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan jalan menyayat benda tersebut dengan pahat. Posisi benda kerja berputar sesuai sumbu mesin, sedangkan pahat dapat digerakan vertikal maupun horizontal. Sehingga hasil dari pekerjaan mesin bubut adalah benda dengan penampang lingkaran (Umaryadi, 2006: 74).

b. Bagian Utama Mesin Bubut

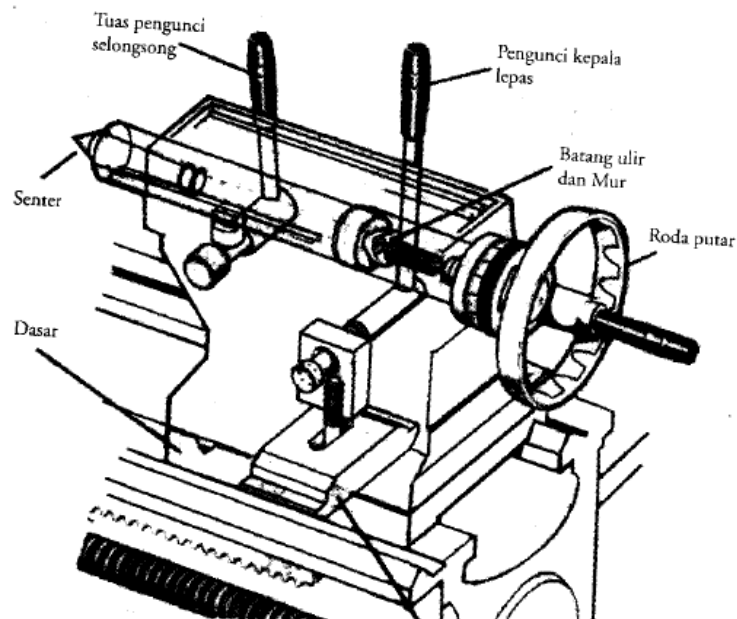
Mesin bubut mempunyai bagian-bagian utama, diantaranya alas mesin (*bed*), kepala tetap (*headstock*), kepala lepas (*tailstock*), eretan (*cariage*), dan seterusnya.

1) Kepala tetap (*Headstock*)

Kepala tetap merupakan bagian dari mesin bubut yang letaknya paling kiri. Bagian ini merupakan tempat dimana putaran mesin ditimbulkan. Sehingga bagian ini merupakan tempat bagi *spindle* utama dan susunan roda gigi transmisi mesin bubut.

2) Kepala lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas merupakan bagian yang berfungsi untuk mengatur *center* atau titik tengah yang dapat diatur untuk proses bubut paralel maupun bubut *tapper*. Kepala lepas juga berfungsi sebagai penyangga benda kerja yang panjang, mengebor, dan *reamer*. Kepala lepas dapat bergeser sesuai lintasan sepanjang *bed* mesin.



Gambar 3. *Tailstock* (Umaryadi, 2006: 76)

3) Eretan (*cariage*)

Eretan merupakan penopang utama dan pembawa pahat bubut yang dapat diatur. Eretan terdiri dari eretan memanjang, eretan melintang, eretan atas, pemegang pahat, dan kotak *apron*. *Apron* berfungsi mengatur setiap gerakan dari eretan sekaligus gerakan pahat, terhadap benda kerja. Gerakan *apron* dapat diatur secara manual maupun otomatis.

4) Alas mesin (*Bed*)

Bed atau alas mesin berupa kerangka lintasan lurus yang terpasang sejajar dengan sumbu utama mesin bubut. Alur pada *bed* berpenampang V dengan permukaan alur yang telah dikeraskan. Alur tersebut merupakan lintasan bagi gerak eretan memanjang. Oleh karena itu alur *bed* harus selalu dilumasi dengan minyak

pelumas agar bebas korosi, sehingga eretan dapat bergerak dengan lancar.

5) Poros *Transportir*

Poros *transportir* adalah sebatang poros tanpa ulir, melainkan sebuah poros berpengampang bulat dengan alur pasak. Pada jenis mesin bubut tertentu poros *transportir* memiliki penampang segi enam secara paralel. Sehingga pada kondisi diam eretan dapat dikerakan sejajar dengan poros *transportir*.

Poros *transportir* berfungsi untuk meneruskan sumber putaran dari transmisi mesin bubut kepada transmisi eretan. Putaran tersebut dirubah menjadi gerak linier dari eretan. Poros *transportir* hanya mampu menggerakkan eretan memanjang dan eretan melintang, dengan mengubah susunan transmisi eretan melalui sebuah tuas. Dengan demikian poros *transportir* dikhususkan pada proses membubut otomatis.

6) Poros Ulir (*Leadscrew*)

Leadscrew adalah sebatang poros dengan ulir pada permukaanya. Ulir pada *leadscrew* adalah jenis ulir segi empat atau ulir bulat. Kedudukan *leadscrew* sejajar dengan poros *transportir*.

Fungsi *leadscrew* hamper sama dengan poros *transportir* yaitu menggerakkan eretan secara otomatis dan seirama dengan putaran spindle utama mesin bubut. Perbedaananya *leadscrew* dikhususkan pada proses pembuatan ulir dengan menggunakan mesin bubut.

Dengan demikian leadscrew hanya menggerakkan eretan memanjang.

c. Jenis Pekerjaan pada Mesin Bubut

1) Proses membubut lurus

Proses membubut lurus adalah menyayat benda kerja dengan gerak pahat sejajar dengan sumbu benda kerja. Perencanaan proses penyayatan benda kerja dilakukan dengan cara menentukan arah gerakan pahat. (Widarto, 2008: 167)

2) Proses membubut tirus

Benda kerja berbentuk tirus (*taper*) dihasilkan pada proses bubut apabila gerakan pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Cara membuat benda tirus ada beberapa macam :

- a) Dengan memiringkan eretan atas pada sudut tertentu
- b) Dengan alat bantu tirus *taper attachment*
- c) Dengan menggeser kepala lepas searah gerak eretan lintang

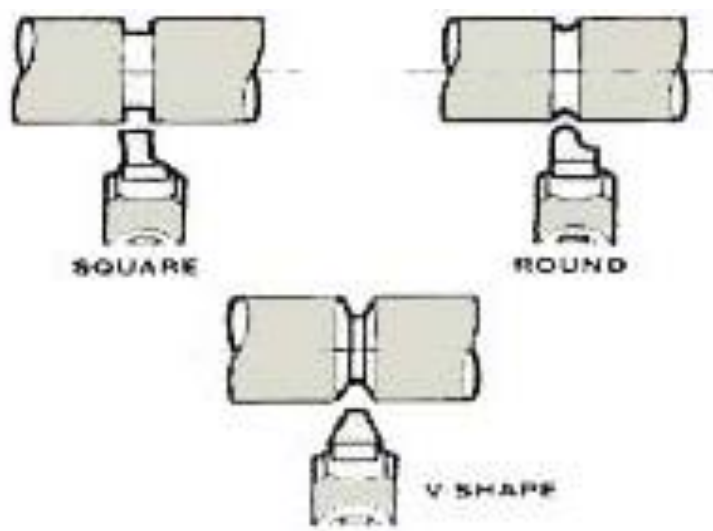
(Widarto, 2008: 174)

3) Proses membubut alur

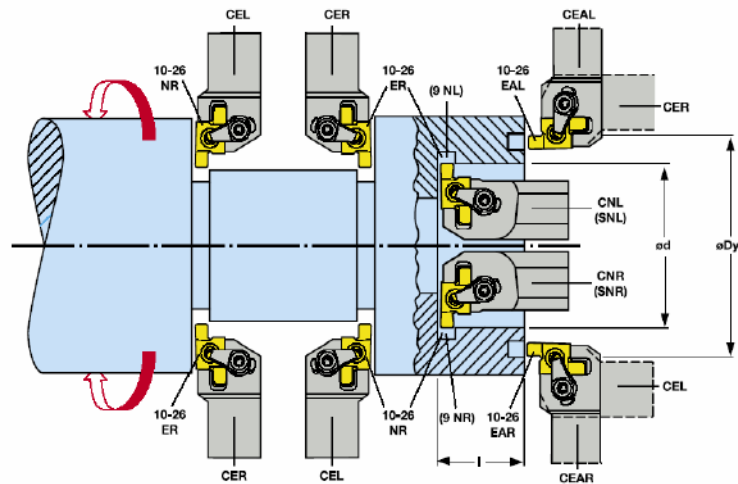
Alur atau *grooving* pada benda kerja dibuat dengan tujuan untuk memberi kelonggaran ketika memasangkan dua buah elemen mesin, membuat baut dapat bergerak penuh, dan memberi jarak bebas pada proses gerinda terhadap suatu poros. Dimensi alur

ditentukan berdasarkan dimensi benda kerja dan fungsi dari alur tersebut.

Bentuk alur ada tiga macam yaitu kotak, melingkar, dan V (Gambar 4.). Untuk bentuk-bentuk alur tersebut pahat yang digunakan diasah dengan mesin gerinda disesuaikan dengan bentuk alur yang akan dibuat. Kecepatan potong yang digunakan ketika membuat alur sebaiknya setengah dari kecepatan potong bubut rata. Hal tersebut dilakukan karena bidang potong proses pengaluran relatif lebar. Alur bias dibuat pada beberapa bagian benda kerja baik di bidang memanjang maupun pada bidang melintangnya, dengan menggunakan pahat kanan maupun pahat kiri, (Gambar 5.)



Gambar 4. Bentuk alur (Widarto, 2008: 189)



Gambar 5. Alur memanjang dan melintang (Widarto, 2008: 189)

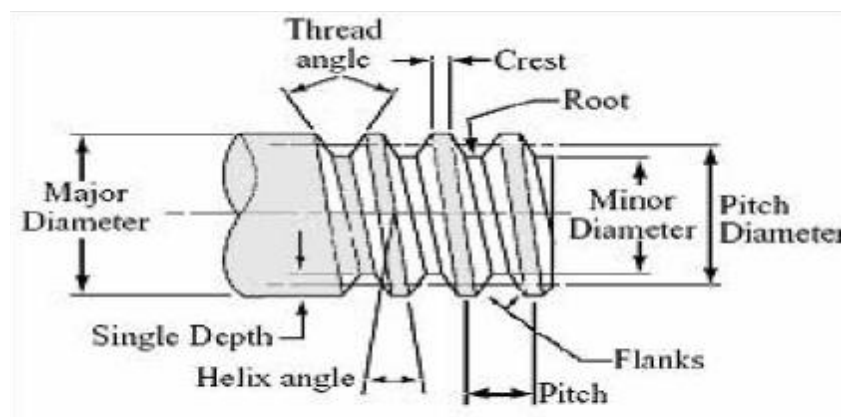
Beberapa petunjuk penting yang harus diperhatikan ketika melakukan pembuatan alur atau proses pemotongan benda kerja adalah:

- Ujung pahat diatur pada sumbu benda kerja
- Posisi pahat atau pemegang pahat tepat 90° terhadap sumbu benda kerja
- Panjang pemegang pahat atau pahat yang menonjol ke arah benda kerja sependek mungkin agar pahat atau benda kerja tidak bergetar
- Kecepatan potong dikurangi 50% dari kecepatan potong bubut rata
- Gerak makan dikurangi 20% dari gerak makan bubut rata

(Widarto, 2008: 188)

4) Proses membubut ulir

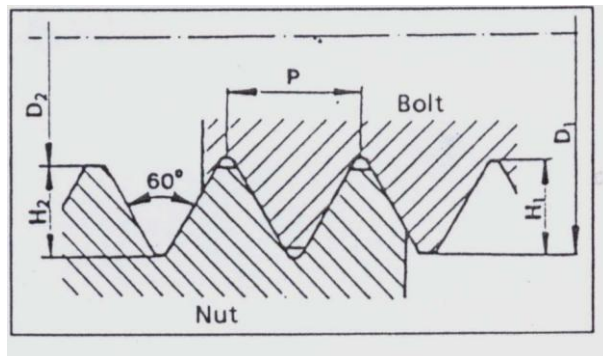
Proses pembuatan ulir bisa dilakukan pada mesin bubut. Pada mesin bubut konvensional proses pembuatan ulir kurang efisien, karena pengulangan pemotongan harus dikendalikan secara manual, sehingga proses pembubutan lama dan hasilnya kurang presisi. Dengan Mesin Bubut yang dikendalikan CNC proses pembubutan ulir menjadi sangat efisien dan efektif, karena sangat memungkinkan membuat ulir dengan kisar (*pitch*) yang sangat bervariasi dalam waktu relatif cepat dan hasilnya presisi. Nama-nama bagian ulir segi tiga dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Nama bagian ulir

Ulir segitiga tersebut bisa berupa ulir tunggal atau ulir ganda. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segitiga ini adalah pahat ulir yang sudut ujung pahatnya sama dengan sudut ulir atau setengah sudut ulir. Untuk ulir Metris sudut ulir adalah 60° , sedangkan ulir *Whitworth* sudut ulir 55° . Identifikasi ulir biasanya ditentukan berdasarkan diameter mayor dan kisar ulir.

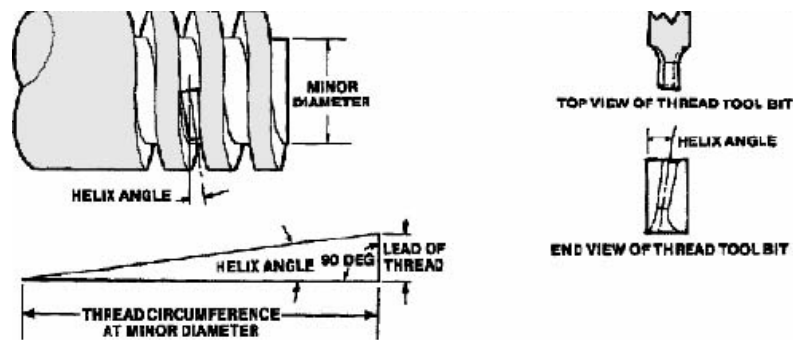
Misalnya ulir M5x0,8 berarti ulir metris dengan diameter mayor 5 mm dan kisar (*pitch*) 0,8 mm.



Gambar 7. Ulir metris (Widarto, 2008: 178)

Selain ulir metris, ulir segitiga dapat dibuat ulir *Whitworth* (sudut ulir 55°). Identifikasi ulir ini ditentukan oleh diameter mayor ulir dan jumlah ulir tiap inchi. Misalnya untuk ulir Whitworth $3/8''$ jumlah ulir tiap inchi adalah 16 (kisarnya 0,0625"). Ulir ini biasanya digunakan untuk membuat ulir pada pipa (mencegah kebocoran fluida).

Mesin bubut bisa juga dibuat ulir segi empat. Ulir segi empat ini biasanya digunakan untuk ulir daya. Dimensi utama dari ulir segi empat pada dasarnya sama dengan ulir segi tiga yaitu : diameter mayor, diameter minor, kisar (*pitch*), dan sudut helix. Pahat yang digunakan untuk membuat ulir segi empat adalah pahat yang dibentuk menyesuaikan bentuk alur ulir segi empat dengan pertimbangan sudut helix ulir. Pahat ini biasanya dibuat dari HSS atau pahat sisipan dari bahan karbida.



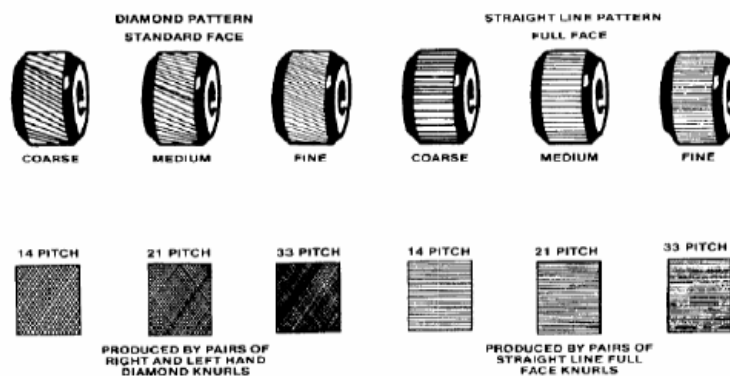
Gambar 8. Ulir segi empat (Widarto, 2008: 177)

5) Proses mengkartel

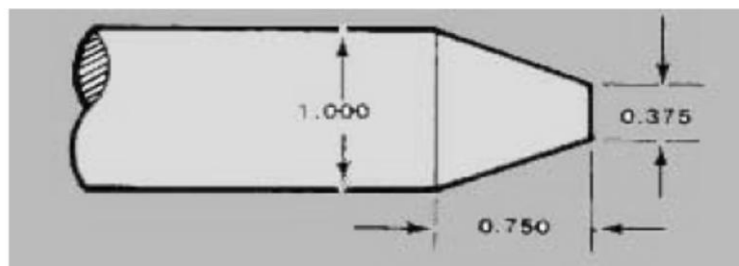
Kartel (*knurling*) adalah proses membuat injakan ke permukaan benda kerja berbentuk berlian (*diamond*) atau garis lurus beraturan untuk memperbaiki penampilan atau memudahkan dalam pemegangan. Bentuk injakan kartel ada dalam berbagai ukuran yaitu: kasar (14 *pitch*), medium (21 *pitch*), dan halus (33 *pitch*).

Pembuatan injakan kartel dimulai dengan mengidentifikasi lokasi dan panjang bagian yang akan dikartel, kemudian mengatur mesin untuk proses kartel. Putaran spindel diatur pada kecepatan rendah (antara 60-80 rpm) dan gerak makan medium (sebaiknya 0,2 sampai 0,4 mm per putaran spindle). Pahat kartel harus dipasang pada tempat pahat dengan sumbu dari kepalanya setinggi sumbu Mesin Bubut, dan permukaannya paralel dengan permukaan benda kerja. Harus dijaga bahwa rol pahat kartel dapat bergerak bebas dan pada kondisi pemotongan yang bagus, kemudian pada roda pahat yang kontak dengan benda kerja harus diberi pelumas.

Agar tekanan awal pada pahat kartel menjadi kecil, sebaiknya ujung benda kerja dibuat pinggul (*chamfer*), lihat gambar 10. Kontak awal untuk penyetelan hanya setengah dari lebar pahat kartel. Dengan cara demikian awal penyayatan menjadi lembut. Kemudian pahat ditarik mundur dan dibawa ke luar benda kerja.



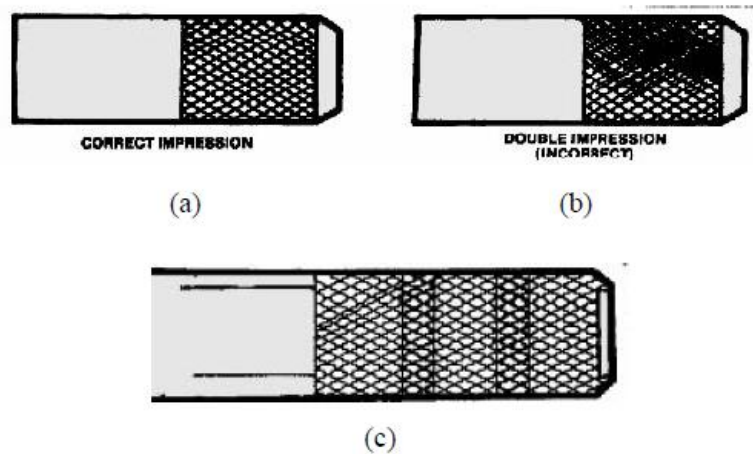
Gambar 9. Bentuk injakan kartel (Widarto, 2008: 191)



Gambar 10. *chamfer*

Setelah semua diatur, maka spindel Mesin Bubut kemudian diputar, dan pahat kartel didekatkan ke benda kerja menyentuh benda sekitar 2 mm, kemudian gerak makan dijalankan otomatis. Setelah benda kerja berputar beberapa kali (misalnya 20 kali), kemudian Mesin Bubut dihentikan. Hasil proses kartel dicek apakah hasilnya bagus atau ada bekas injakan yang ganda (gambar

11.). Apabila hasilnya sudah bagus, maka mesin dijalankan lagi. Apabila hasilnya masih ada bekas injakan ganda, maka sebaiknya benda kerja dibubut rata lagi, kemudian diatur untuk membuat kartel lagi. Selama proses penyayatan kartel, gerak makan pahat tidak boleh dihentikan jika spindel masih berputar, karena di permukaan benda kerja akan muncul ring/cincin. Apabila ingin menghentikan proses, misalnya untuk memeriksa hasil, maka mesin dihentikan dengan menginjak rem.



Gambar 11. (a) benar, (b) kartel bertumpuk, dan (c) kartel bergaris akibat berhenti (Widarto, 2008: 190)

6) Proses mengebor pada mesin bubut

Pembuatan lubang pada benda kerja menggunakan mesin bubut secara umum dilakukan pada muka atau *face* benda kerja. Sehingga lubang hasil bor berada segaris dengan sumbu benda kerja. Untuk membuat lubang, benda kerja dipasang pada *chuck* spindle utama dan diputar berlawanan arah jarum jam. Sedangkan bor ditempatkan pada kepala lepas atau *tailstock*. Pemakanan

dilakukan dengan memutar spindle *tailstock*, sehingga bor bergerak maju menyentuh benda kerja.

Pemilihan kecepatan putar mesin bubut dihitung berdasarkan diameter bor, bukan berdasarkan diameter benda kerja. Pada mesin bubut konvensional, pembuatan lubang ini tidak dapat dilakukan secara otomatis, melainkan hanya secara manual menggunakan tenaga tangan.

7) Proses membubut dalam

Membubut dalam dilakukan untuk memperbesar diameter lubang hasil pengeboran benda kerja. Proses membubut dalam hampir sama dengan membubut pada umumnya. Perbedaananya bubut dalam menggunakan pahat khusus untuk membubut dalam.

d. Parameter yang Dapat Diatur pada Mesin Bubut

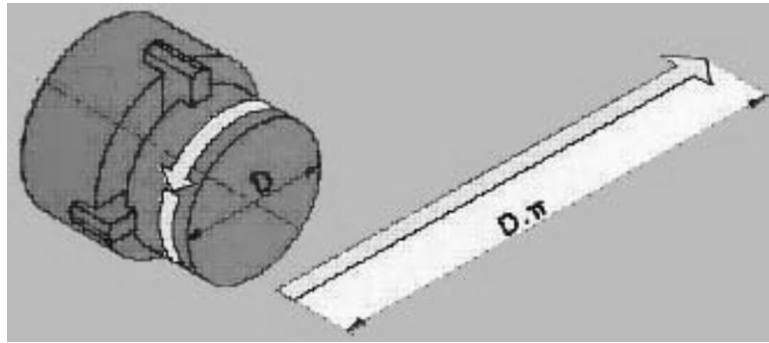
Parameter adalah *variable* yang menentukan kualitas proses pemesinan dengan mesin bubut. Parameter sendiri terdiri atas *variable* bahan, mesin, dan alat potong. Tetapi ada tiga parameter mendasar yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

Parameter utama proses bubut terkait dengan pengaturan mesin bubut adalah kecepatan putaran spindle (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*).

1) Kecepatan putaran *spindle* mesin

Kecepatan putar atau *speed* selalu dihubungkan dengan spindle dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per

menit (*rotations per minute*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed*) atau kecepatan keliling benda kerja dilalui oleh pahat.



Gambar 12. Keliling benda kerja yang dilalui pahat

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Harga kecepatan potong dapat diketahui melalui tabel kecepatan potong.

Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau :

$$CS = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \dots\dots\dots (1)$$

(Widarto, 2008: 153)

Dimana:

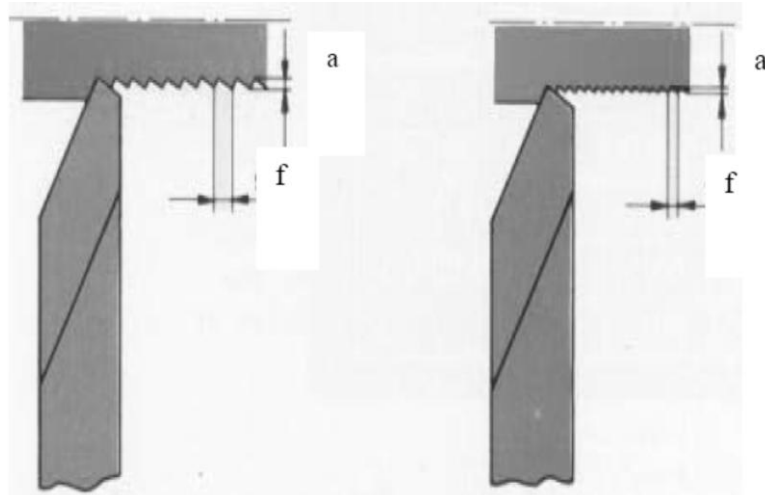
CS = kecepatan potong (m/min)

d = diameter benda kerja (mm)

n = putaran spindel (RPM)

2) Gerak pemakanan (*feed*)

Gerak pemakanan atau *feed* adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali



Gambar 13. Gerak pemakanan (f) dan kedalaman potong (a)

Gerak pemakanan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak pemakanan lebih mudah ditentukan pada saat membubut secara otomatis. Gerak pemakanan dapat ditentukan melalui persamaan:

$$vf = f \cdot n \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

vf = kecepatan pemakanan (mm/min)

f = gerak pemakanan (mm/put)

n = putaran spindel mesin (RPM)

3) Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong atau *depth of cut* adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Ketika pahat memotong sedalam 2 mm, maka diameter benda kerja akan

berkurang 4 mm, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

3. Alat dan Perlengkapan

Pembuatan suatu produk membutuhkan berbagai proses perlakuan. Tidak semua pekerjaan dikerjakan dengan mesin, mungkin akan lebih efektif jika menggunakan alat-alat manual. Bahkan mesin juga membutuhkan alat perlengkapan agar dapat mengerjakan suatu produk. Sehingga peralatan mutlak dibutuhkan.

a. Pahat Bubut

Pahat bubut adalah alat penyayat benda kerja pada proses kerja bubut. Sehingga pahat bubut harus memiliki sifat: tajam, kuat, tahan panas, dan tahan aus. Bahan pahat bubut memiliki jenis yang beraneka ragam, bahan yang umum dan mudah dijumpai diantaranya adalah *High speed steel* dan *carbide*. Kedua bahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, jika dibandingkan keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga dapat dipergunakan sesuai kebutuhan penggunaan.

High speed steel (HSS) dari namanya, bahan ini digunakan pada pemesinan dengan kecepatan yang tinggi. HSS dapat dikeraskan hingga kedalaman bervariasi, tahan digunakan, dan relative murah, namun lebih getas sehingga HSS bias patah. HSS direkomendasikan untuk pahat dengan sudut tatal positif dan pahat dengan bentuk profil yang kompleks, seperti: mata bor, *reamer*, tap, dan modul roda gigi.

High speed steel terbagi atas dua tipe dasar yaitu: *molybdenum* atau seri M dan tungsten atau seri T. Seri M mengandung 10% *molybdenum*, dengan *chrom* dan *cobalt* sebagai campuran. Pada seri T mengandung 12-18% *wolfram* dengan *chrom* dan *cobalt* sebagai campuran. HSS seri M memiliki ketahanan abrasi lebih baik dari HSS seri T. Sehingga 95% dari keseluruhan alat potong dengan bahan *high speed steel* adalah seri M.

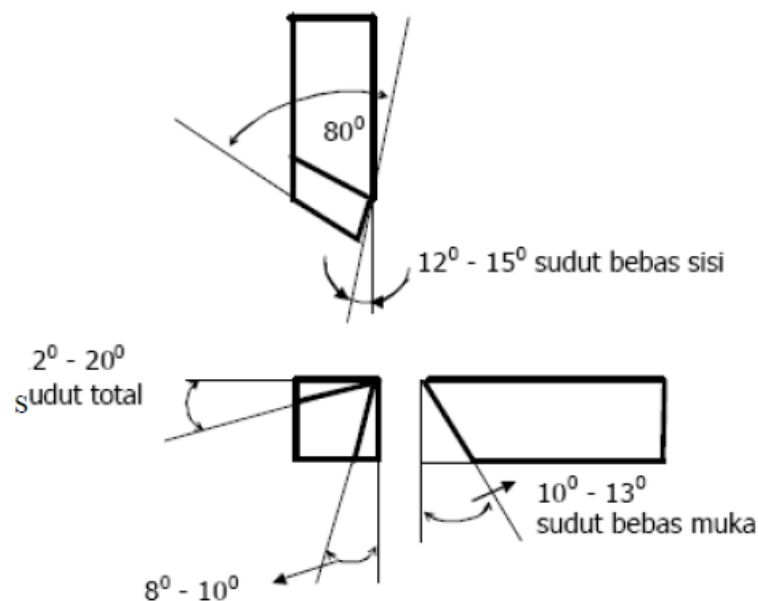
Tabel 2. Jenis pahat HSS

<i>Jenis HSS</i>	<i>Standart AISI</i>
HSS Konvensional	
• <i>Molibdenum HSS</i>	M1, M2, M7, M10
• <i>Tungsten HSS</i>	T1, T2
HSS Spesial	
• <i>Cobald added HSS</i>	M33, M36, T4, T5, T6
• <i>High Vanadium HSS</i>	M3-1, M3-2, M4, T15
• <i>High Hardness Co HSS</i>	M41, M42, M43, M44, M45, M46
• <i>Cast HSS</i>	
• <i>Powdered HSS</i>	
• <i>Coated HSS</i>	

Carbide disebut juga *cemented* atau *sintered carbide* diperkenalkan pada tahun 1930, memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan HSS. *Carbide* ada dua jenis yaitu *tungsten carbide* dan *titanium carbide*.

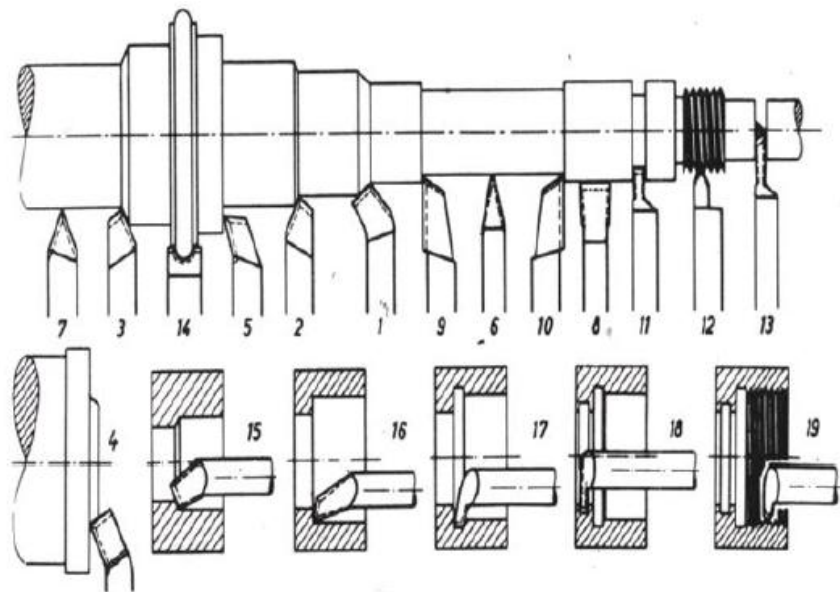
1) Geometri Pahat Bubut

Geometri pahat bubut tergantung pada material benda kerja dan material pahat. Terminologi standar ditunjukkan pada Gambar 14. Untuk pahat bubut bermata potong tunggal, sudut pahat yang paling pokok adalah sudut total (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Sudut-sudut pada pahat HSS dibentuk dengan cara diasah menggunakan mesin gerinda. Untuk pahat sisipan ketentuannya diatur oleh lembaga terkait, ketentuan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 14. Geometri pahat bubut

2) Macam-macam Pahat Bubut



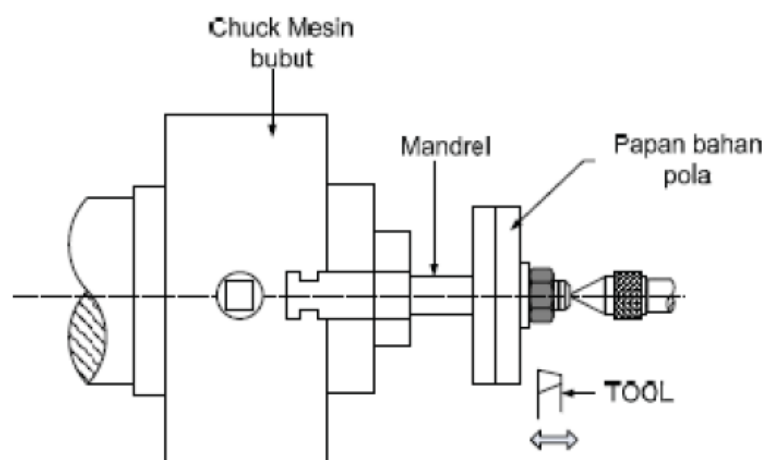
Gambar 15. Macam-macam pahat bubut

Keterangan:

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| (1) Pahat kikis tekuk kanan | (11) Pahat alur |
| (2) Pahat kikis lurus kanan | (12) Pahat ulir pucuk |
| (3) Pahat kikis lurus kiri | (13) Pahat potong |
| (4) Pahat kikis samping kanan | (14) Pahat bentuk |
| (5) Pahat pucuk samping kanan | (15) Pahat dalam |
| (6) Pahat poles pucuk | (16) Pahat sudut dalam |
| (7) Pahat poles pucuk | (17) Pahat kait |
| (8) Pahat poles lebar | (18) Pahat kait |
| (9) Pahat bubut kanan | (19) Pahat ulir dalam |
| (10) pahat bubut kiri | |

b. Mandrel

Untuk membubut bagian luar poros yang pendek atau membubut *facing* sebuah plat, terdapat kesulitan dalam mencekam benda kerja. Maka untuk menjepit pada *chuck* digunakan alat bantu yang disebut mandrel. Mandrel berbentuk silindris dengan permukaan yang tirus tergantung pada benda kerja yang akan dibubut.



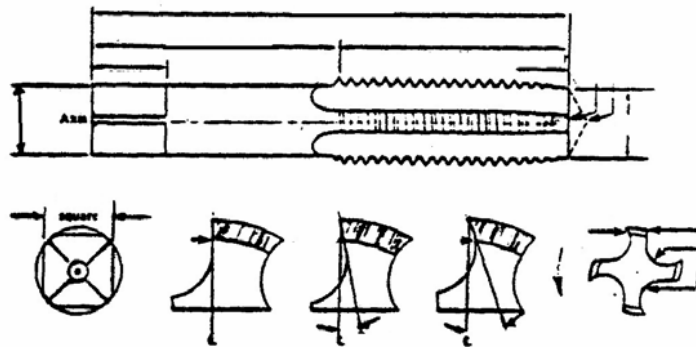
Gambar 16. Mandrel

Benda kerja dilubangi dengan diameter sesuai diameter mandrel. Suaian antara lubang dengan poros mandrel menggunakan suaian pas atau sesak, agar saat dibubut benda tidak tergeser. Setelah mandrel terpasang kencangkan mandrel dengan mur, jika mandrel memiliki ulir. Kemudian mandrel dijepit pada *chuck* mesin bubut.

c. Tap

Tap adalah alat yang digunakan untuk pembuatan ulir dalam pada lubang suatu benda kerja. Sebelum benda tersebut di ulir, terlebih dahulu benda tersebut dilubangi dengan menggunakan mata bor.

Ukuran diameter lubang tergantung pada besar diameter ulir yang akan dibuat. Bentuk tap dibuat secara khusus di mana ulir-ulir mata potong dibuat secara presisi. Bahan untuk pembuatan tap adalah baja *high speed steel*. Setelah tap dibentuk kemudian dikeraskan dan ditempering. Bentuk secara umum tap dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 17. Tap

Tap memiliki ukuran sesuai jenis dan ukuran ulir yang nantinya terbentuk. Misalkan tap dengan tanda “M12x1,75”, artinya tap tersebut nantinya akan membentuk suatu ulir metris dengan diameter nominal 12 mm dan *pitch* 1,75 mm.

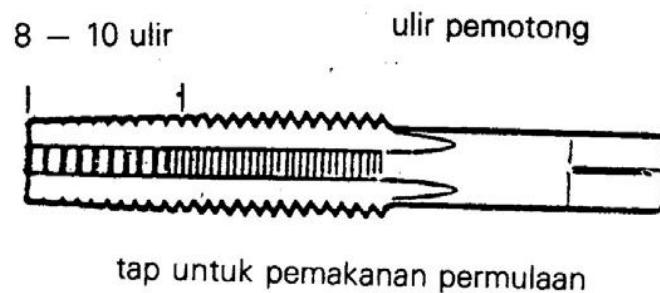


Gambar 18. Tap M12x1,75

Pada kotak tap M12x1,75 terdapat tiga buah tap, masing-masing tap harus digunakan sesuai urutan.

1) Tap konis

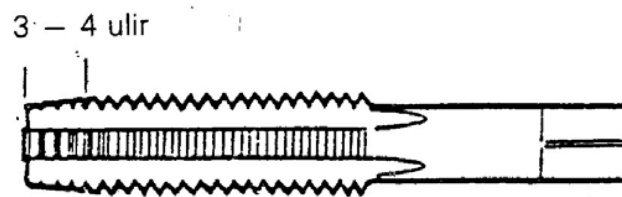
Tap konis digunakan untuk melakukan penguliran atau pemotongan awal, karena bagian ujung mata potongnya berbentuk tirus dan tidak mempunyai gigi pemotong. Dengan demikian tap konis akan dengan mudah masuk ke dalam lubang yang telah dibuat. Jadi fungsi tap konis adalah untuk pemakanan awal.



Gambar 19. Tap konis

2) Tap antara

Tap antara digunakan pada penguliran setelah tap konis sehingga tap antara dapat dikatakan sebagai pemotong kedua. Tap ini pada bagian 3 sampai 4 mata potongnya rata atau tidak berulir, hal ini bertujuan agar tap dapat masuk ke dalam lubang dengan mudah. Jadi setelah benda kerja diulir dengan menggunakan tap konis kemudian diulir dengan menggunakan tap antara.



tap untuk pemotongan ke dua

Gambar 20. Tap antara

3) Tap rata

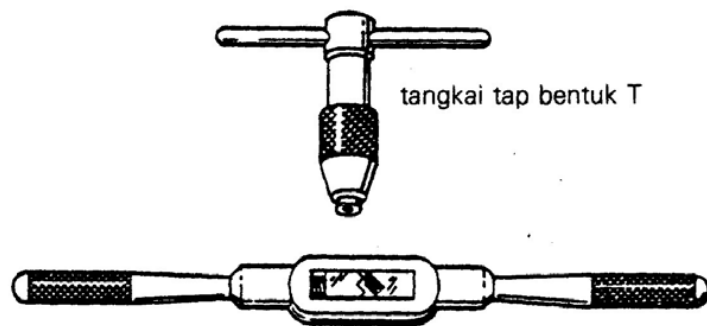
Tap rata adalah tap terakhir sehingga digunakan untuk melakukan penguliran tahap akhir dalam pembuatan ulir dengan menggunakan tap. Pada tap ini seluruh mata potongnya dapat melakukan pemotongan. Sehingga pada ujung tap terdapat ulir untuk pemotongan.



tap untuk pemakanan akhir

Gambar 21. Tap rata

Pembuatan ulir dengan tap diperlukan alat bantu yaitu tangkai tap atau pemutar tap. Ukuran dari tangkai tap sangat tergantung pada besar diameter tap yang akan digunakan. Untuk itu tangkai tap dibuat dengan ukuran kecil sampai besar.



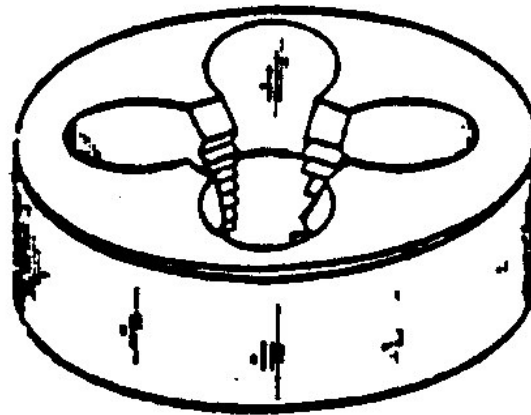
Gambar 22. Tangkai tap

d. Snei

Snei adalah alat untuk membuat ulir luar pada permukaan benda kerja silindris. Bentuk snei menyerupai mur tetapi ulirnya merupakan mata potong. Gigi-gigi ulir snei telah dikeraskan dan ditemper agar mampu melakukan pemotongan terhadap benda kerja. Pada proses pembuatan ulir luar, snei dipegang oleh tangkai snei. Snei yang biasa digunakan ada dua macam yaitu snei pejal dan snei bercelah.

1) Snei pejal

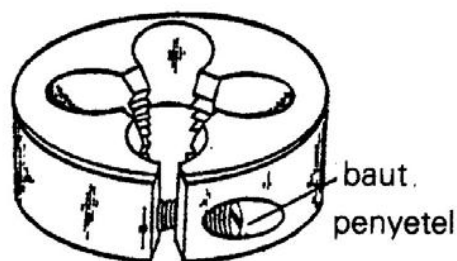
Snei jenis ini berbentuk segi enam atau bulat. Untuk memudahkan dalam penguliran awal maka pada snei jenis ini tidak seluruh mata potongnya sama besar, tetapi sedikit tirus pada bagian mata pemotong awal. Dengan demikian benda kerja dapat lebih mudah masuk ke dalam snei.



Gambar 23. Snei pejal

2) Snei bercelah

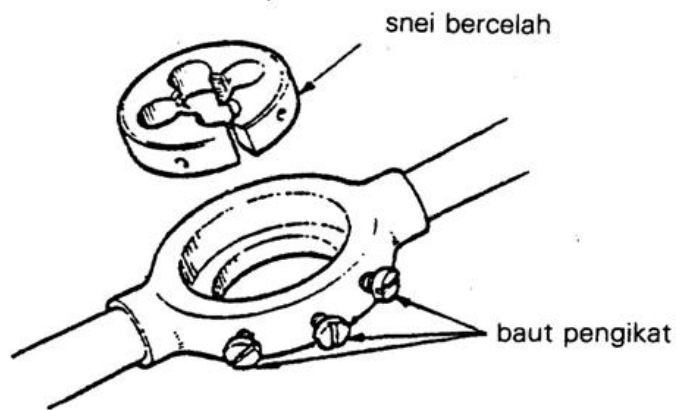
Snei bercelah ini memiliki kelebihan dari pada snei pejal. Kelebihan tersebut antara lain besar diameternya dapat diperbesar dan diperkecil sampai ukuran standarnya. Dengan demikian pada waktu pembuatan uliran awal, diameter snei diperbesar dan pada waktu *finishing* diameter snei dikembalikan pada ukuran standarnya.



Gambar 24. Snei bercelah

Sama halnya dengan tap, membuat ulir dengan menggunakan snei juga membutuhkan tangkai untuk pemegang snei. Pada sekeliling

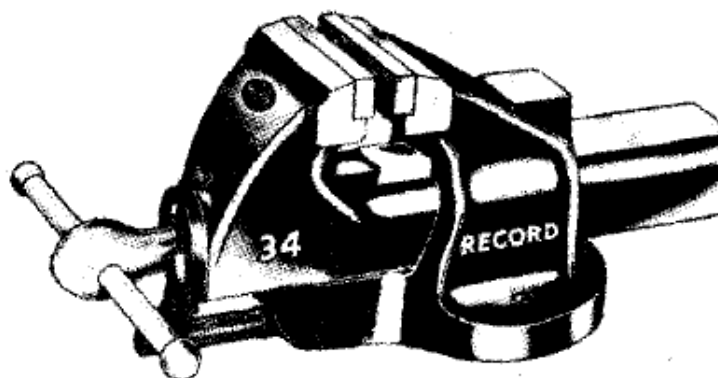
tangkai snei dilengkapi dengan baut-baut pengikat, agar snei tidak ikut berputar saat melakukan penguliran.



Gambar 25. Tangkai snei

e. Ragum

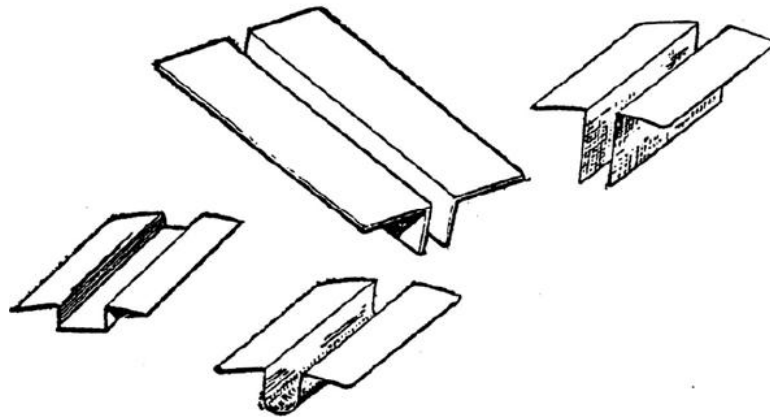
Ragum berfungsi untuk menjepit benda kerja dengan kuat sehingga dapat dilakukan suatu pekerjaan. Ragum umumnya dibuat dari besi tuang. Untuk menghasilkan penjepitan yang kuat maka pada mulut ragum dipasangkan baja berigi sehingga benda kerja dapat dijepit dengan kuat.



Gambar 26. Ragum

Rahang-rahang ragum digerakkan oleh batang ulir yang dipasangkan pada rumah ulir. Apabila batang ulir diputar searah jarum jam, maka mulut ragum akan menutup, tetapi bila diputar berlawanan dengan arah jarum jam maka mulut ragum akan membuka.

Dalam penjepitan benda kerja tidak diharapkan permukaan benda kerja mengalami kerusakan atau cacat karena jepitan rahang ragum. Untuk mengatasi hal itu, maka pada saat melakukan penjepitan benda kerja dengan ragum hendaknya rahang ragum dilapisi dengan pelapis. Pelapis tersebut terbuat dari bahan yang lunak seperti baja lunak, pelat tembaga, karet pejal dan pelat seng yang tebal.



Gambar 27. Pelapis mulut ragum

f. Mata Bor

Mata bor adalah suatu alat potong yang menghasilkan suatu lubang pada benda kerja. Mata bor terbuat dari bahan baja *high speed steel* sedang kan untuk membuat pada material yang keras digunakan mata bor dari paduan HSS dengan *cobalt*. Menurut penggunaannya, mata bor dapat disebutkan sebagai berikut:

- 1) Mata bor helix besar (*high helix drills*) : mata bor ini memiliki sudut helix yang besar, sehingga meningkatkan efisiensi pemotongan, tetapi batangnya lemah. Mata bor ini digunakan untuk memotong logam lunak atau bahan yang memiliki kekuatan rendah.
- 2) Mata bor helix kecil (*low helix drills*) : mata bor dengan sudut helix lebih kecil dari ukuran normal berguna untuk mencegah pahat bor terangkat ke atas atau terpegang benda kerja ketika membuat lubang pada material kuningan dan material yang sejenis.
- 3) Mata bor kerja berat (*heavy-duty drills*) : mata bor yang digunakan untuk menahan tegangan yang tinggi dengan cara menebalkan bagian *web*.
- 4) Mata bor tangan kiri (*left hand drills*) : mata bor standar dapat dibuat juga untuk mata bor kiri. Digunakan pada pembuatan lubang jamak yang mana bagian kepala Mesin Bor didesain dengan sederhana yang memungkinkan berputar berlawanan arah.
- 5) Mata bor dengan sisi sayat lurus (*straight flute drills*) adalah bentuk ekstrim dari mata bor helix kecil, digunakan untuk membuat lubang pada kuningan dan plat.
- 6) Mata bor dengan lubang minyak (*oil hole drills*) : lubang kecil di dalam bilah pahat bor dapat digunakan untuk mengalirkan minyak pelumas/pendingin bertekanan ke ujung mata bor. Mata bor ini digunakan untuk membuat lubang dalam pada material yang liat.
- 7) Bor senter (*center drill*) : merupakan kombinasi mata bor dan *countersink* yang sangat baik digunakan untuk membuat lubang senter

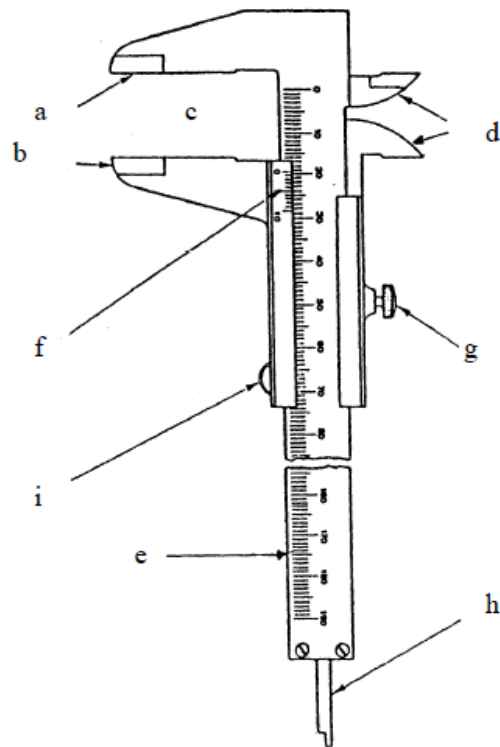
4. Alat Ukur

Dalam pembuatan suatu produk berdasarkan gambar kerja, produk diharuskan memiliki dimensi ukuran yang masuk dalam toleransi ukuran. Sehingga dibutuhkan alat ukur presisi untuk menunjang proses produksi. Alat ukur presisi memiliki perbedaan satu sama lain, mulai dari satuan yang digunakan, cara pembacaan dan metode pengukuran. Sehingga dibuat alat ukur dengan jenis yang beragam.

a. Jangka Sorong

Jangka sorong atau *vernier caliper* adalah alat ukur presisi, sehingga dapat digunakan untuk mengukur benda kerja dengan tuntutan presisi tinggi. Vernier caliper dapat digunakan untuk mengukur diameter bagian luar benda kerja, kedalaman lobang, diameter bagian dalam suatu benda kerja, lebar suatu celah dan panjang dari suatu benda kerja, apabila ukuran dari *vernier caliper* tersebut mencukupi.

Ukuran jangkauan *vernier caliper* ada beberapa macam, seperti *vernier caliper* dengan panjang 0 sampai 150 mm, 0 sampai 175 mm, 0 sampai 250 mm, 0 sampai 300 mm dalam sistem metrik. Sedangkan untuk mengukur ukuran benda kerja yang besar juga digunakan *vernier caliper* dengan ukuran panjang lebih dari satu meter. Disamping itu *vernier caliper* memiliki tingkat presisi yang berbeda pula, seperti *vernier caliper* ketelitian 0,05 mm atau 0,02 mm dalam sistem metrik.



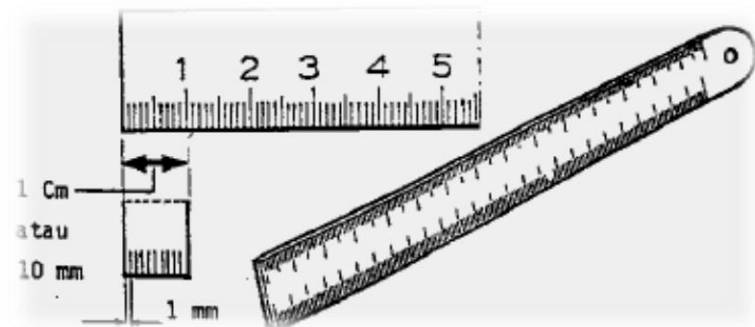
Gambar 28. Jangka sorong

Keterangan:

- a. Rahang tetap
- b. Rahang geser
- c. Sensor pengukuran bagian luar
- d. Sensor pengukuran bagian dalam
- e. Skala utama
- f. Skala vernier
- g. Baut pengunci
- h. Sensor pengukur kedalaman
- i. Penyetel

b. Mistar Baja

Mistar baja adalah alat ukur dasar pada bengkel kerja mesin. Alat ukur ini dapat dikatakan alat ukur yang kurang presisi, karena ia hanya melakukan pengukuran paling kecil sebesar 0,5. Dengan demikian alat ukur ini tidak dapat digunakan untuk melakukan pengukuran sampai seperseratus milimeter (0,01 mm). Jenis mistar baja yang dipakai pada bengkel kerja mesin mempunyai ukuran yang berbeda-beda, tetapi pada umumnya panjang mistar baja adalah 150 mm sampai 300 mm, dengan skala ukur terdiri dari satuan setengah milimeter dan satuan satu milimeter. Dalam bengkel kerja mesin mistar baja ada dua sistem, yaitu sistem metrik dan sistem imperial. Pada sistem imperial untuk satuannya dinyatakan dengan *inchi*, sedangkan pada system metrik satuan dinyatakan dengan milimeter.



Gambar 29. Mistar baja

BAB III

KONSEP PEMBUATAN

A. Konsep Umum Pembuatan Produk

Membuat suatu produk, alat, atau komponen melalui tahapan demi tahapan. Dalam menentukan konsep pembuatan dan tahapan-tahapan pembuatan produk, pengetahuan menjadi hal yang utama dan mendasar. Mulai dari perancangan, produksi, hingga analisis kinerja produk menggunakan ilmu pengetahuan yang saling berkaitan. Produk yang presisi membutuhkan mesin produksi yang tepat, disamping itu keterampilan operator mesin juga memegang peran penting. Keterampilan yang tinggi serta mesin perkakas yang tepat menghasilkan produk dengan kualitas maksimal.

Secara umum konsep pembuatan suatu produk, dilakukan dengan mengubah bentuk bahan dan mengurangi volume bahan. Dengan demikian konsep pembuatan produk dijelaskan sebagai berikut:

1. Konsep Pembentukan Bahan

Pembentukan atau pengubahan bentuk bahan merupakan proses untuk membentuk bahan material dalam kasus ini adalah logam yang merupakan bahan baku, menjadi bentuk bahan jadi atau setengah jadi. Pembentukan bahan dapat dilakukan dengan proses *casting*, *forging*, dan *rolling*.

Kasus pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* konsep pembentukan bahan dilakukan diluar proses produksi. Maksudnya pembentukan bahan dilakukan pada bahan mentah menjadi bahan baku proses pemesinan. *Rolling* dan *casting* adalah proses pembentukan yang

teridentifikasi dari bahan baku yang digunakan. Cetakan *horizontal centrifugal casting* menggunakan bahan material pipa, plat baja, dan baja pejal.

Pipa *seamless* dan plat baja lembaran diproduksi oleh pabrik dengan metode pengerolan atau *rolling*, baik pengerolan panas maupun dingin. Sedangkan baja pejal dibentuk dengan proses pengecoran atau *casting*.

2. Konsep Pengurangan Volume Bahan

Mengurangi volume bahan akan merubah bentuk, berat, dan ukuran suatu bahan. Secara konvensional pengurangan volume bahan dilakukan dengan sayatan benda tajam yang disebut alat potong. Dengan kata lain suatu bahan disayat atau dipahat dengan alat potong, untuk menghasilkan bentuk tertentu. Konsep tersebut berkaitan dengan proses pemesinan atau *machining*.

Pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* ini terfokus pada proses pemesinan. Sehingga dalam pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* melibatkan mesin-mesin perkakas. Proses pemesinan yang diterapkan pada pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* adalah:

a. Membubut

Konsep bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris, yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut dan pahat bubut sebagai alat sayat. Prinsip utama atau syarat proses pemesinan bubut adalah:

- 1) Benda kerja diputar pada mesin bubut
- 2) Alat potong diam (tidak berputar)
- 3) Alat potong digerakan sesuai kontur (memanjang dan melintang)

(Widarto, 2008: 152)

b. Fraises

Konsep fraise (*milling*) adalah penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong jamak yang mengitari pisau ini bisa menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Mesin yang digunakan untuk memegang benda kerja, memutar pisau, dan penyayatannya disebut mesin fraise atau *Milling Machine*. (Widarto, 2008: 195)

c. Drilling

Drilling adalah proses pemesinan yang menghasilkan lubang pada permukaan benda kerja. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses *drilling* merupakan proses pembuatan lubang berpenampang lingkaran dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*). Proses bor dapat dilakukan dengan mesin bubut, mesin fraise, atau mesin bor.

Proses *drilling* bertujuan untuk membuat lubang silindris. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan gaya penyerpihan yang besar. Jika benda kerja tersebut dituntut ketepatan ukuran atau kualitas permukaan pada dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan lanjutan dengan *reamer*.

Syarat terjadinya lubang saat proses *drilling*, tatal harus keluar melalui alur helix pahat *drill* ke luar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Proses pendinginan biasanya dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, disemprot dengan cairan pendingin, atau cairan pendingin dapat dimasukkan melalui lubang di tengah mata bor pada mata bor khusus. Karakteristik proses *driling* sedikit berbeda dengan proses pemesinan yang lain, yaitu:

- 1) Tatal harus keluar dari lubang yang dibuat.
- 2) Tatal yang keluar dapat menyebabkan masalah ketika ukurannya besar atau kontinyu.
- 3) Proses pembuatan lubang lebih sulit jika membuat lubang yang dalam.
- 4) Untuk pembuatan lubang dalam pada benda kerja yang besar, cairan pendingin dimasukkan ke permukaan potong melalui tengah mata bor.

(Widarto, 2008: 202-203)

d. Pembuatan Ulir Luar dan Ulir Dalam

Ulir luar adalah alur spiral yang berada pada permukaan suatu poros dengan panjang tertentu. Pembuatan ulir luar menggunakan suatu alat yang dinamakan snei. Snei adalah alat potong dengan bentuk menyerupai mur. Terbuat dari bahan baja *high speed steel*.

Ulir dalam adalah alur spiral yang berada pada permukaan suatu lubang dengan kedalaman tertentu. Pembuatan ulir luar menggunakan sebuah alat yaitu tap. Berlawanan dengan snei tap lebih menyerupai baut dengan ulir sebagai mata potong. Tap juga terbuat dari baja *high speed steel*.

3. Konsep Pemotongan

Pemotongan dapat dilakukan dengan perkakas secara manual maupun dengan perkakas otomatis. Pemotongan pada umumnya melibatkan gaya geser atau pengurangan volume bahan dengan alat potong. Pemotongan dilakukan dengan alat:

a. Mesin Gergaji

Pemotongan dengan mesin gergaji yaitu memotong benda kerja dengan sayatan alat potong, berupa daun mata gergaji, yang digerakkan oleh mesin gergaji.

b. Mesin Gunting Hidrolik

Pemotongan dengan mesin gunting hidrolik memanfaatkan gaya geser untuk memotong benda kerja. Pemotongan dengan gunting

hidrolik lebih ditujukan pada pemotongan plat-plat yang cenderung tipis.

4. Konsep Penyambungan

Komponen dapat terdiri atas komponen tunggal maupun gabungan dari beberapa komponen. Untuk komponen tertentu dengan bentuk yang kompleks, pembuatannya dapat dipermudah dengan membagi menjadi beberapa subkomponen. Subkomponen kemudian akan digabungkan menjadi satu. Sambungan tersebut diantaranya:

a. Sambungan Mur dan Baut

Baut, dan mur digunakan sebagai alat pengikat untuk sejumlah sambungan alat-alat mesin. Baut biasanya digunakan pada lubang yang dibor melalui bagian-bagian yang dikuatkan. Baut ditahan dengan sebuah mur.

Sebuah baut merupakan sebuah batang metal yang panjang yang mempunyai sebuah kepala dan sebuah bodi. Kepalanya biasanya segi 6 (enam sisi). Batang dari baut mempunyai rusuk sekrup dan mempunyai rusuk ulir luar yang disebut "*drad*" pada ujungnya, puncak rusuk disebut puncak "*crest*". (Daryanto, 2003: 5)

b. Sambungan Las

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut

dapat dijabarkan bahwa ikatan las adalah sambungan logam dengan menggunakan energy termal. (Harsono,1994: 1)

5. Konsep Penyelesaian Permukaan

Penyelesaian permukaan adalah tahap akhir dari suatu pekerjaan manufaktur. Tujuan penyelesaian permukaan ini diantaranya menambah estetika tampilan dari suatu produk. Tindakan yang dilakukan diantaranya:

a. Pengecatan

Pengecatan adalah pelapisan benda kerja dengan cairan cat. Pelapisan benda kerja dengan cat bertujuan untuk melindungi benda kerja dari korosi. Disamping itu pengecatan juga memberi kesan keindahan pada tampilan benda kerja.

Pengecatan dapat dilakukan secara langsung pada benda kerja, atau dilakukan proses pendempulan terlebih dahulu. Namun dengan dilakukan pelapisan dengan dempul, dimensi dari benda kerja akan bertambah. Sehingga pendempulan tidak dapat dilakukan pada benda kerja atau komponen yang dituntut pas.

b. *Electroplating*

Electroplating adalah pelapisan benda kerja berbahan dasar metal dengan lapisan metal. Dengan demikian permukaan benda kerja memiliki tampilan yang lebih indah dipandang. Disamping itu benda kerja terlindungi dari korosi.

B. Konsep Proses Pemesinan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

Cetakan *horizontal centrifugal casting* terdiri atas beberapa komponen, diantaranya: *coupling* atau dudukan, *flens* belakang, *flens* depan, tabung cetakan, dan tutup. Masing-masing komponen membutuhkan proses yang berbeda, selengkapnya akan dibahas sebagai berikut:

1. Konsep Pembuatan *Coupling* atau Dudukan



Gambar 30. Dudukan

Berdasarkan gambar 30. untuk membuat dudukan bahan dibentuk dengan konsep pengurangan volume bahan. Konsep atau cara yang ditempuh antara lain: membubut, *drilling*, dan pembuatan ulir dalam.

a. Membubut

Proses bubut yang dilakukan pada pembuatan dudukan diantaranya:

1) Bubut lurus dan *facing*

Diameter bahan dikurangi hingga diameter 102 mm dengan toleransi $\pm 0,15$ mm. *Facing* dilakukan hingga tebal 15 mm dengan toleransi $\pm 0,1$ mm (Sato, 1999: 139).

2) Bubut dalam

Salah satu *face* dibor senter, kemudian dilakukan pengeboran dengan mata bor Ø8 mm hingga mata bor Ø30 mm secara periodik, dengan kedalaman pengeboran 12 mm.

Dilanjutkan dengan bubut dalam hingga diameter terukur 53,5 mm disertai tirus sebesar $6,37^\circ$.

b. Proses *drilling*

Pembuatan lubang dikerjakan pada mesin frais. Permukaan dudukan dibuat lubang sejumlah 6 buah dengan jeda 60° dan diameter *circular* 75,8 mm.

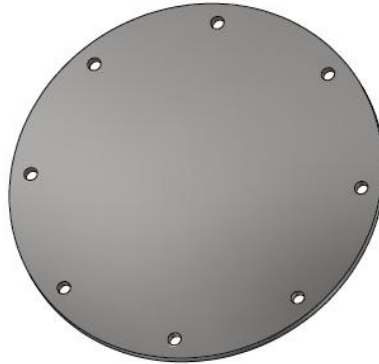
Pelubangan diawali dengan bor senter sejumlah lubang, dilanjutkan bor Ø8, dan bor Ø10,5. Dudukan dijepit dengan kepala pembagi sehingga jarak antar lubang dapat ditentukan dengan besaran 60° .

.Pembuatan ulir dalam

Setelah pembuatan lubang benda kerja dijepit pada ragum untuk pembuatan ulir dalam dengan tap. Tap yang digunakan adalah tap M12 x 1,75

Mulai penguliran dengan tap konis sampai seluruh permukaan lubang terbentuk ulir. Lakukan dengan perlahan, maksudnya satu putaran kekanan satu putaran kekiri. Ulangi penguliran dengan tap antara dan tap rata, hingga ulir benar-benar baik.

2. Konsep Pembuatan *Flens* Belakang dan Depan



Gambar 31. *Flens* depan dan belakang

Berdasarkan gambar 31. untuk membuat *flens* depan dan belakang, bahan dibentuk dengan konsep pengurangan volume bahan. Konsep atau cara yang ditempuh antara lain: membubut, dan pelubangan.

a. Membubut

Membubut *flens* depan dan belakang membutuhkan mandrel untuk membantu pencekaman. Bahan yang digunakan adalah plat dengan tebal 10 mm dan diameter 295 mm.

Flens depan dan belakang hanya dibubut lurus untuk memperkecil diameter menjadi Ø280 mm dan tebal plat menjadi 8mm. Toleransi diameter $\pm 0,2$ mm dan tebal $\pm 0,1$ mm

b. Pelubangan

Marking kedua plat dengan diameter *circular* 75 mm dan dibagi menjadi 8 buah jari-jari dengan jarak 45° . Tandai perpotongan antara diameter *circular* dengan jari-jadi menggunakan penitik. Awali pelubangan dengan bor senter.

Lubangi *flens* masing-masing 2 buah dengan jeda 180° , bor hingga mata bor $\varnothing 10$ mm. Satukan kedua *flens* lalu ikat dengan mur dan baut melalui kedua lubang. Lanjutkan proses pelubangan hingga selesai.

3. Konsep Pembuatan Tabung Cetakan



Gambar 32. Tabung cetakan

Berdasarkan gambar 32. untuk membuat tabung cetakan, bahan dibentuk dengan konsep pengurangan volume bahan. Konsep atau cara yang ditempuh dengan memotong dan membubut bahan yang berbentuk pipa.

a. Pemotongan

Pipa $\varnothing 8''$ dipotong dengan mesin gergaji dengan panjang 215 mm. Ukuran dibuat lebih panjang 5 mm, bertujuan supaya dalam pengerjaan bubut dapat mencapai ukuran panjang sesuai gambar kerja. Pada saat pemotongan harus dipastikan pencekaman harus tegak lurus dengan gerakan daun mata gergaji.

b. Membubut

Jenis pekerjaan yang dibutuhkan dalam membubut bubut tabung cetakan meliputi bubut lurus luar, bubut lurus dalam, *facing*, dan *chamfer* 5 x 60°. Dengan bahan pipa 8" tebal 9 mm, dan panjang 210 mm.

Bahan dikurangi volumenya dengan proses bubbut hingga diameter luar 220 mm, diameter dalam 205 mm, panjang 205 mm, dan *chamfer* 5 mm x 60°. Proses bubut menggunakan kecepatan dengan hitungan berdasarkan kecepatan potong menggunakan pahat *carbide*. Menyangkut tuntutan toleransi ukuran terlampir dengan harga kekasaran permukaan N9.

Aspek kesehatan dan keselamatan kerja pada pembuatan tabung cetakan diperhatikan. Demi keselamatan perlatan, penggunaan peralatan disesuaikan dengan kegunaan dan kapasitasnya sesuai dengan prosedur. Keselamatan benda kerja terkait dengan ketercapaian ukuran dan toleransi bentuk serta kualitas permukaan. Kesehatan dan keselamatan operator dilakukan dengan menggunakan alat pelindung diri saat bekerja. Disamping itu konsentrasi operator tidak terbagi pada beberapa pekerjaan sekaligus. Dapat diwujudkan dengan menggunakan cairan pendingin pada saat membubut, menggunakan alat sesuai kegunaanya, dan selalu menggunakan alat pelindung keselamatan diri.

4. Konsep Pembuatan Tutup



Gambar 33. Tutup

Berdasarkan gambar 33. untuk membuat tutup, bahan dibentuk dengan konsep pengurangan volume bahan. Konsep atau cara yang ditempuh dengan membubut bahan plat yang berbentuk lingkaran.

a. Membubut

Membentuk plat berbentuk lingkaran supaya menjadi bentuk sebuah tutup dilakukan beberapa jenis kerja bubut, diantaranya:

1) Mengebor pusat plat lingkaran

Pusat lingkaran dibor dengan bor Ø15 mm, sebagai lubang mandrel. Diameter mandrel disesuaikan untuk dipasangkan dengan lubang Ø15 mm.

2) Membubut lurus dan *faching*

Plat dibubut hingga diameter luar Ø220 mm. Tebal plat dibubut hingga mencapai tebal 8 mm.

3) Membubut alur

Diameter luar tutup dibuat alur tingkat dengan panjang 3 mm dan diameter tingkat Ø205 mm.

4) Membubut dalam

Lubang diameter 15 mm yang berada pada pusat tutup dibubut dalam, hingga lubang memiliki ukuran diameter 70 mm.

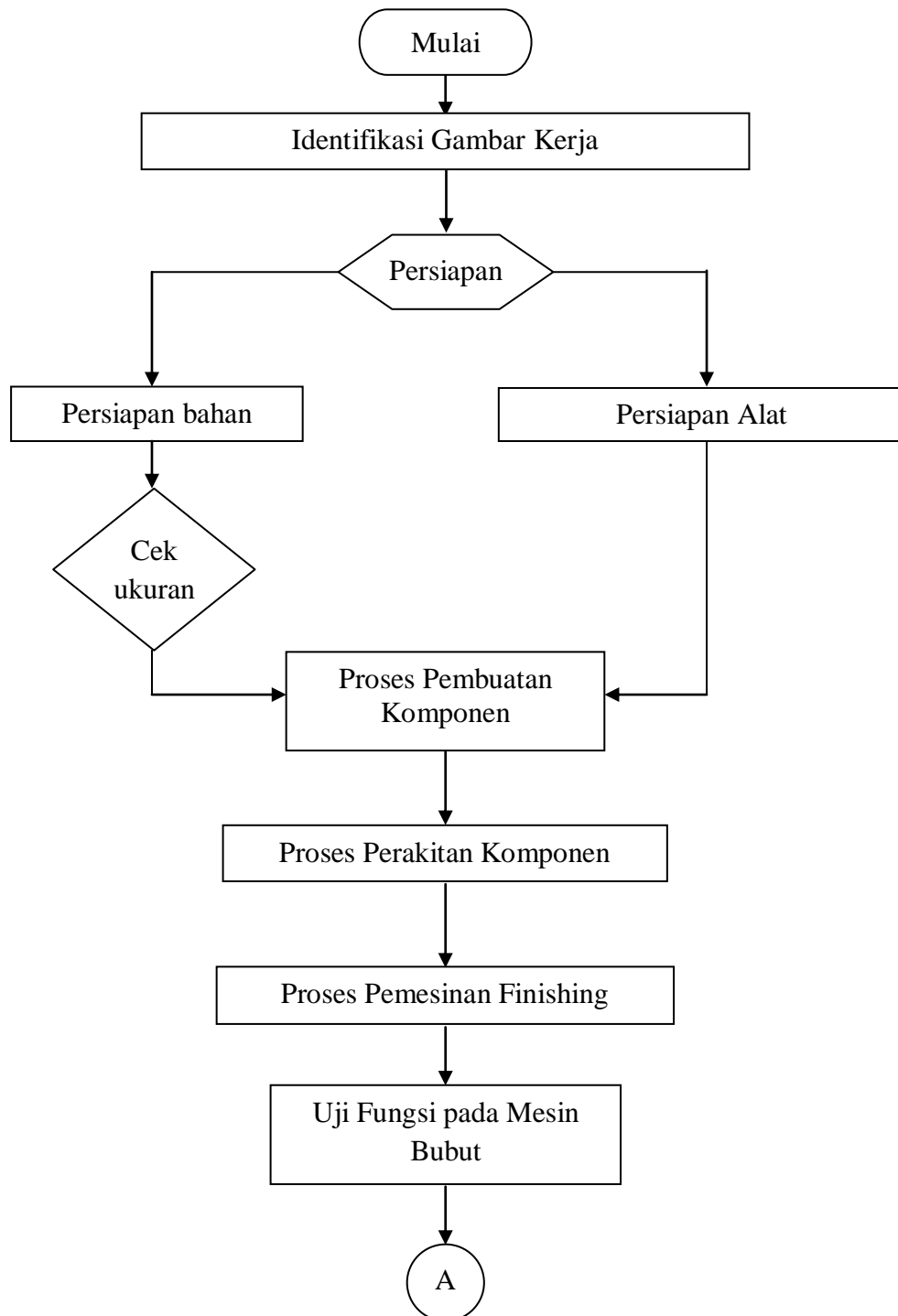
C. Persiapan Mesin dan Alat pada Proses Pemesinan Cetakan

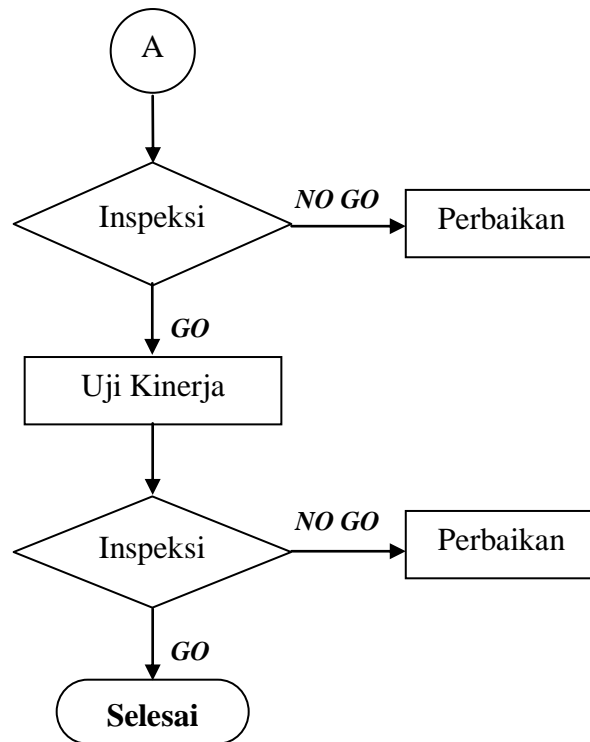
Berdasarkan konsep pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium diatas, dapat diketahui mesin dan alat alat yang dibutuhkan dalam pembuatan komponen cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium.

1. Mesin perkakas yang dibutuhkan untuk membuat cetakan :
 - a. Mesin gergaji
 - b. Mesin bubut
 - c. Mesin frais
 - d. Mesin bor
2. Alat potong yang dibutuhkan untuk membuat cetakan:
 - a. Pahat rata
 - b. Pahat alur
 - c. Daun gergaji
 - d. Pahat dalam
 - e. Bor senter
 - f. Bor Ø8; Ø10; Ø10,5; Ø15; Ø30
 - g. Tap M12 x 1,75
3. Alat ukur yang dibutuhkan untuk membuat cetakan:
 - a. Jangka sorong
 - b. Mistar baja
4. Alat bantu yang dibutuhkan untuk membuat cetakan:
 - a. Penitik
 - b. Palu
 - c. Kepala pembagi
 - d. Tangkai tap
 - e. Mandrel
 - f. Ragum

BAB IV
PROSES PEMBUATAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Diagram Alir Proses Pembuatan





Gambar 34. Diagram Alir Proses Pemesinan *horizontal centrifugal casting*

B. Visualisasi Proses Pembuatan

Proses pembuatan komponen *horizontal centrifugal casting* dengan operasi pemesinan, divisualkan melalui langkah-langkah berikut : identifikasi gambar kerja tiap komponen, mempersiapkan material atau bahan, mempersiapkan alat dan mesin yang akan digunakan, proses perakitan komponen, pemasangan pada mesin bubut, dan pengujian fungsi dan kinerja alat. Keselamatan kerja saat proses pemesinan komponen *horizontal centrifugal casting* sangat mendukung kualitas hasil dari suatu pekerjaan. Dengan demikian sebelum melakukan operasi pemesinan faktor keselamatan kerja harus dipersiapkan dengan tepat.

Sebelum melakukan pekerjaan yang melibatkan operasi pemesinan, operator harus dalam kondisi yang sehat dan fokus yang baik. Kemudian ditunjang dengan menggunakan perlengkapan keselamatan dalam mengoperasikan mesin seperti pakaian kerja, kaca mata, sepatu *safety*. Keselamatan juga menyangkut keselamatan alat dan mesin. Sehingga dalam mengoperasikan alat atau mesin, harus sesuai kegunaanya dan sesuai standar prosedur operasi. Misalkan alat ukur (jangka sorong) digunakan hanya untuk mengukur benda kerja, jangan digunakan untuk menggeser tatal. Keselamatan benda kerja juga menjadi hal yang diperhitungkan. Keselamatan benda kerja menyangkut bentuk dan ukuran. benda kerja yang disayat oleh pahat akan timbul panas pada benda kerja dan pahat itu sendiri. Untuk itu dalam proses penyayatan perlu diberi cairan pendingin yang tidak menyebabkan korosi.

C. Proses Pemesinan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

Pembuatan dudukan dengan flens belakang tidak dikerjakan secara terpisah. Keduanya disatukan pada satu sumbu kemudian dilakukan sambungan las SMAW pada proses fabrikasi. Hasil sambungan tersebut kemudian dilakukan proses pemesinan.

1. Proses Pemesinan Mandrel.

Bahan dudukan yang memiliki tebal 20 mm akan sulit dikerjakan jika pencekaman benda kerja dilakukan secara langsung, maka digunakan mandrel yang dilas pada bahan dudukan.

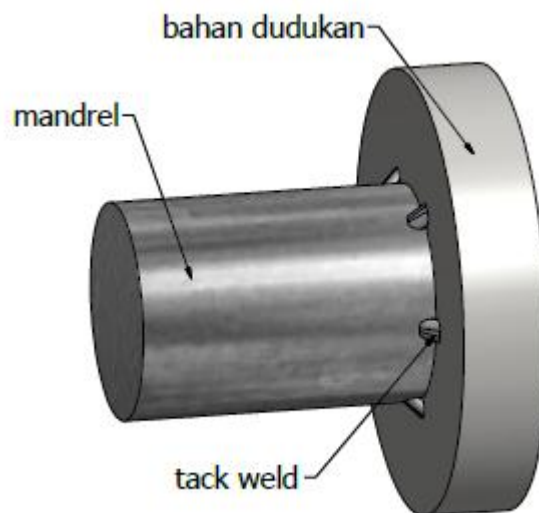
Mandrel menggunakan bahan besi Ø2" dan panjang ± 150 mm. seluruh permukaan mandrel dikuliti dengan proses bubut agar mandrel

benar-benar silindris. Maka dari itu ukuran mandrel tidak diperlukan ukuran yang tepat.

2. Proses Pemesinan pada Dudukan.

Mandrel yang telah dipersiapkan kemudian disambung pada pusat bahan dudukan. Penyambungan dilakukan dengan proses pengelasan SMAW yang dikerjakan oleh opsi fabrikasi.

Mandrel yang telah dipasang memudahkan dalam pengekan bahan dudukan, sehingga proses bubut dapat dilakukan.

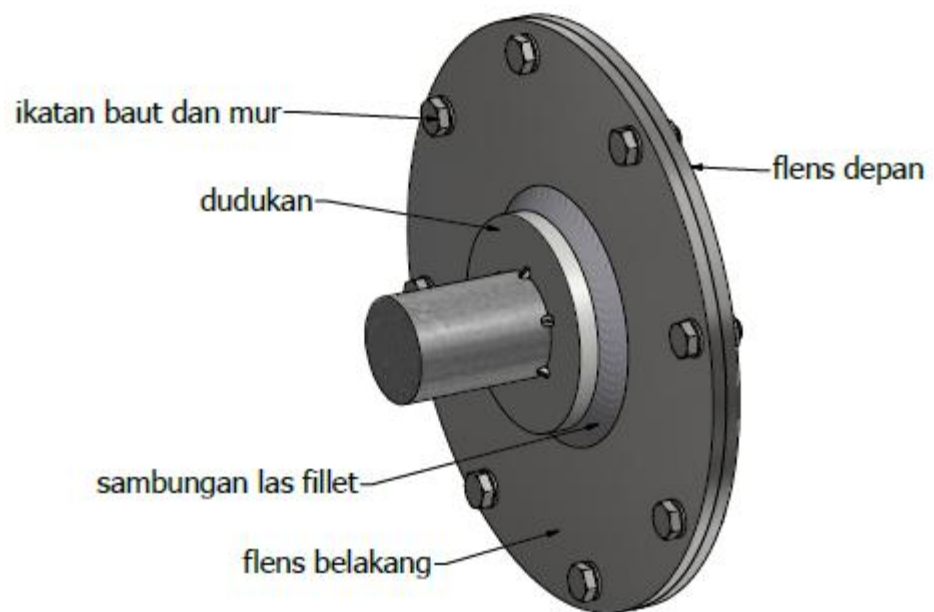


Gambar 35. Konsep pengekan dudukan

Bahan dudukan dibubut dengan ukuran yang dilebihkan 2 mm. Sehingga dudukan memiliki ukuran \varnothing 104 mm dan tebal 17 mm. Kemudian dudukan disambung dengan flens belakang. Sambungan dilakukan dengan cara ikatan las SMAW.

3. Proses Pemesinan Flens depan dan belakang.

Flens belakang terlebih dulu disambungkan dengan dudukan dengan sambungan las SMAW yang dikerjakan oleh opsi fabrikasi, untuk selanjutnya dipasangkan dengan flens depan.



Gambar 36. Konsep pengeleman flens depan dan belakang

Flens depan dan belakang merupakan dua komponen yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama. Sehingga dapat disatukan dengan ikatan mur dan baut, tujuannya diantara kedua flens akan dipasang paking yang dapat meredam panas.

Gabungan antara flens depan dan flens belakang dibubut rata hingga mencapai diameter $\varnothing 282$ mm. Proses membubut flens depan dan flens belakang dilakukan sekaligus ketika diikat dengan mur dan baut. Pada permukaan flens depan yang berpenampang lingkaran dibuat alur dengan kedalaman 1,5 mm. Pembuatan alur bertujuan untuk memudahkan pengepasan antara flens depan dengan tabung

cetakan sebelum dilakukan pengelasan. Diameter terkecil dari alur

dibuat $\text{Ø } 205^{+0}_{-0,05}$

4. Proses Pemesinan Tabung Cetakan.

Tabung cetakan adalah komponen yang terbuat dari bahan yang berbentuk pipa Ø 8". Dari bahan baku pipa tersebut dilakukan proses berikut:

- a. Pipa panjang dipotong dengan menggunakan pemotong termal, menggunakan SMAW dengan arus tinggi
- b. Pipa kemudian dipotong dengan mesin gergaji, dengan panjang 210 mm
- c. Pipa dibubut *facing* hingga panjang pipa menjadi 205 mm
- d. Pembuatan *champer* pada salah satu tepi pipa dengan ukuran 5 x 45°

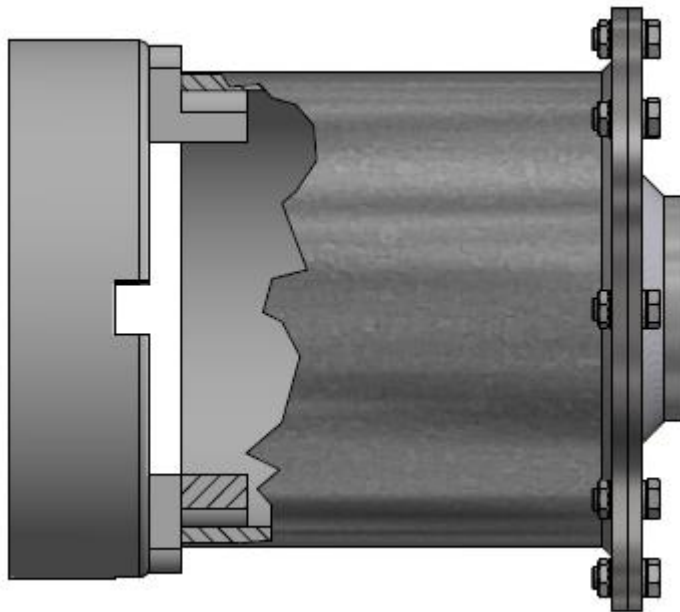


Gambar 37. Tabung cetakan

5. Proses Pemesinan akhir pada Dudukan

Dudukan merupakan komponen yang nantinya dipasangkan pada kepala tetap mesin bubut. Untuk itu dilakukan proses pemesinan lanjutan agar sesuai dan pas dengan kontur kepala lepas mesin bubut. Proses tersebut meliputi:

- a. *Finishing* permukaan hingga dicapai diameter Ø102 mm dengan permukaan penampang yang datar, karena pada proses pengelasan memungkinkan terjadi deformasi dari komponen. Pada proses *finishing* dudukan, pencekaman benda kerja dilakukan seperti gambar 38.



Gambar 38. Pencekaman proses *finishing* dudukan

- b. Pengeboran dengan mata bor maksimal Ø 32 mm dan kedalaman maksimal 1,2 mm

- c. Bubut dalam hasil pengeboran hingga $\varnothing 51^{+0,03}_{-0}$ kedalaman 1,2 mm
- d. Bubut tirus dalam dengan memutar eretan atas sebesar 6°
- e. Pengeboran dengan mesin frais

Pengeboran dilakukan dengan bor $\varnothing 10,5$ mm, dengan diameter tusuk 75,8 mm. dibuat lubang sebanyak tiga buah dengan jarak 120° .

- f. Pembuatan ulir kanan dengan tap M12 x 1,75

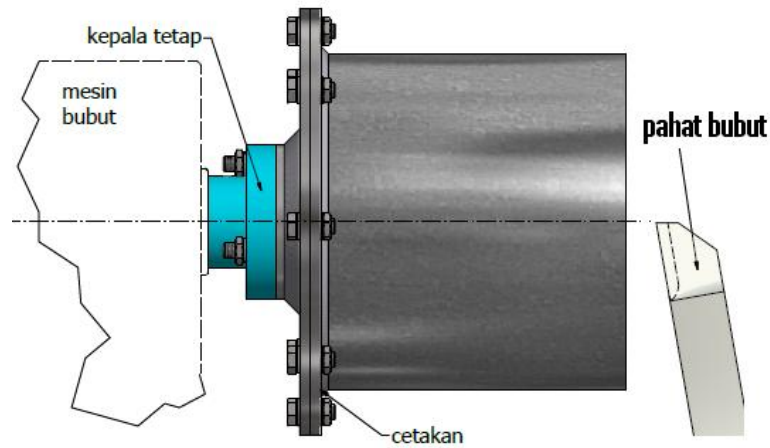
6. Proses *Finishing* Tabung Cetakan, *Flens* depan, dan *Flens* belakang

Perlu digaris bawahi dalam pembuatan beberapa komponen dari cetakan, ukuran komponen masih lebih besar dari ukuran yang ditetapkan gambar. Untuk itu dilakukan proses *finishing* untuk mendapatkan ukuran cetakan sesuai gambar kerja.

Dudukan dilas dengan flens belakang sedangkan flens depan dilas dengan tabung cetakan, kemudian dua gabungan komponen tersebut dirakit dengan mur dan baut pada bagian flens. Sehingga menghasilkan suatu alat dari gabungan beberapa komponen, seperti pada gambar 39.

Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium akan dipasang pada kepala tetap mesin bubut Emco saat dilakukan pengecoran aluminium. Sehingga cetakan harus dapat dipasang dan berputar dengan baik pada mesin bubut Emco. Dari tuntutan tersebut proses *finishing* yang dilakukan pada cetakan, harus dilakukan pada kepala tetap mesin bubut Emco yang dimaksud. Dengan demikian antara

cetakan dengan mesin bubut Emco memiliki satu sumbu kerja, seperti ditunjukkan pada gambar 39.



Gambar 39. Cetakan dipasang pada kepala tetap mesin bubut

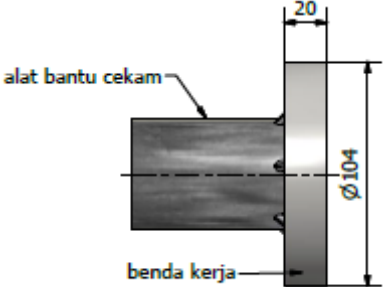
Cetakan telah terpasang pada kepala tetap mesin bubut, maka proses *finishing* dapat dilakukan. Proses *finishing* dilakukan beberapa proses bubut seperti:

- Proses bubut pada flens depan dan flens belakang hingga diameter keduanya sesuai dengan ukuran $\varnothing 280$ mm, sesuai gambar kerja
- Membubut diameter luar tabung cetakan hingga ukuran pas menjadi $\varnothing 220$ mm
- Membubut diameter dalam tabung cetakan hingga ukuran menjadi $\varnothing 205$ mm
- Facing* tepi tabung cetakan supaya datar, sehingga rapat jika ditutup nantinya

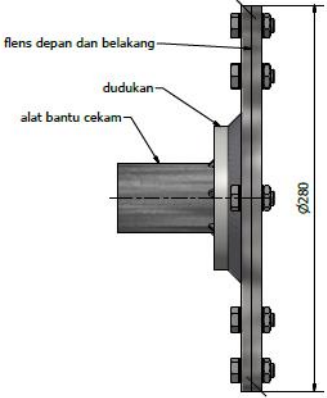
Tabel 3. Langkah kerja proses *facing* pada Dudukan

Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
		Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menyiapkan mesin bubut dan kelengkapannya 2) Cek ukuran benda kerja 3) Pasang bagian mandrel pada cekam mesin bubut 4) Pasang pahat bubut rata setinggi senter 5) Atur parameter pemotongan 6) Melakukan proses <i>facing</i> 	44 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 44}{3,14 \cdot 104}$ $n = 134,7 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	<ol style="list-style-type: none"> a) Benda kerja ditack weld pada alat bantu b) Memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja

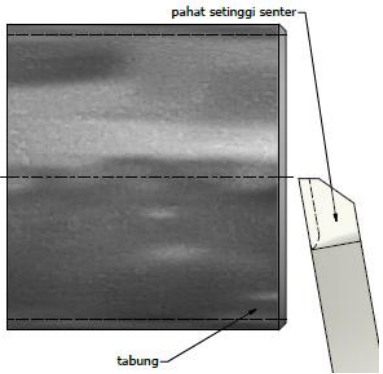
Tabel 4. Langkah kerja bubut lurus pada Dudukan

Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
		Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Setting</i> pahat pada mesin bubut 2) Cek diameter benda kerja 3) Bubut benda kerja dari Ø110 mm menjadi Ø104 mm, sepanjang 20 mm 4) Cek ukuran diameter benda kerja 	44 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000.CS}{\pi.d}$ $n = \frac{1000.44}{3,14.104}$ $n = 134,7 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	<ol style="list-style-type: none"> a) Diameter lebih besar 2 mm dari gambar kerja b) Benda kerja ditack weld pada alat bantu c) Memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja

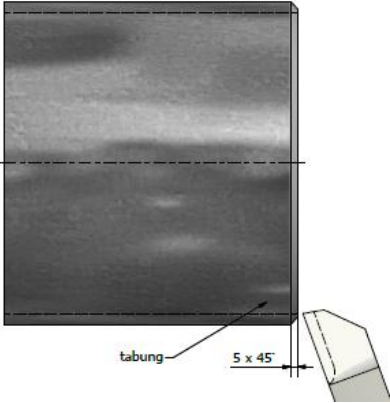
Tabel 5. Langkah kerja membubut lurus flens depan dan belakang

Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
		Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cek ukuran awal benda kerja 2) Mengatur putaran mesin bubut 3) Membubut flens hingga Ø282 mm 4) Cek ukuran dengan mistar baja 	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 280}$ $n = 68,24 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	<p>a) Flens belakang dilas satu sumbu dengan dudukan</p> <p>b) Flens depan disatukan pada flens belakang dengan ikatan baut dan mur</p>

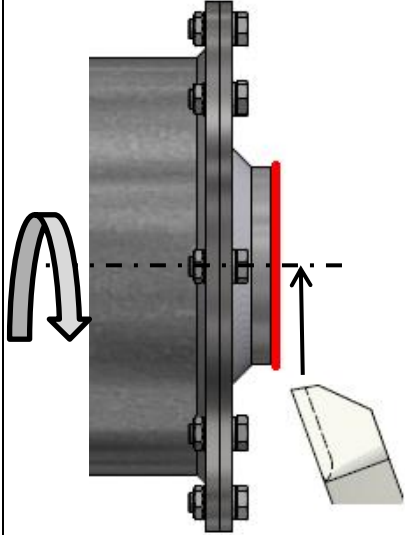
Tabel 6. Langkah kerja membubut *facing* pada tabung cetakan

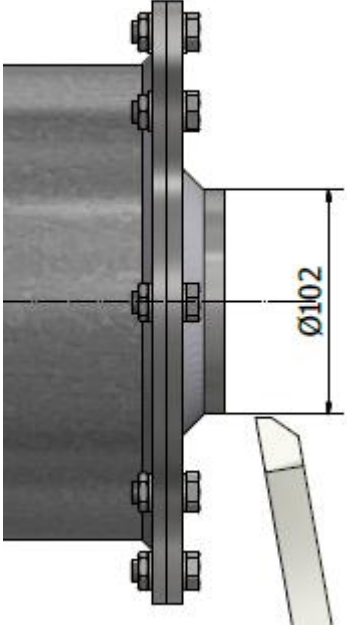
Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
		Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cek ukuran awal benda kerja 2) Cekam benda kerja pada mesin bubut 3) <i>Setting</i> pahat bubut setinggi senter 4) Mengatur parameter pemotongan 5) Melakukan proses bubut <i>facing</i> 	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 200}$ $n = 95,5 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	<i>Facing</i> dilakukan hingga permukaan rata

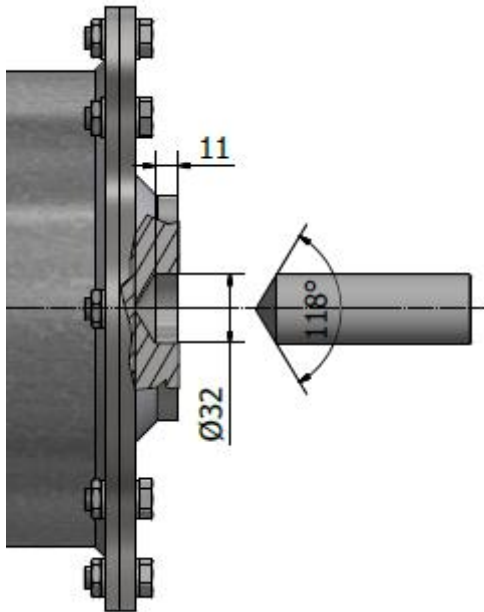
Tabel 7. Langkah kerja membubut *campher* pada tabung cetakan

Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
		Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mencekam benda kerja pada mesin bubut 2) Mengatur parameter pemotongan 3) Memutar eretan atas sebesar 45° 4) Mengatur posisi pahat 5) Melakukan proses <i>campher</i> dengan ukuran 7 x 45° 6) Mengecek ukuran <i>campher</i> 	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 200}$ $n = 95,5 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 140 rpm</p>	-	Pembuatan <i>campher</i> dilakukan secara bertahap

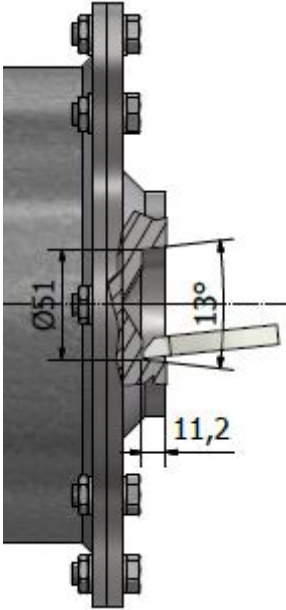
Tabel 8. Langkah kerja proses pemesinan akhir pada dudukan

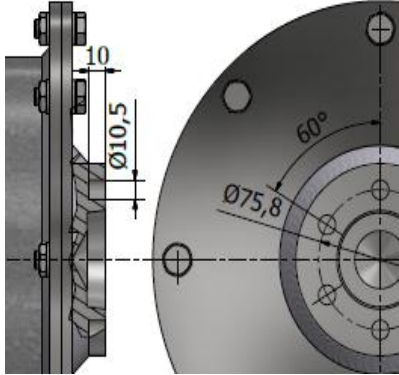
NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
1	Membubut <i>facing</i> 	1) Mencekam benda kerja pada mesin bubut 2) <i>Setting</i> agar benda kerja tidak oleng 3) <i>Setting</i> posisi pahat 4) Mengatur putaran mesin bubut 5) Mulai melakukan <i>facing</i>	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 102}$ $n = 187 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 230 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	Pencekaman dilakukan pada diameter dalam cetakan

NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
2	Membubut lurus 	1) Cek diameter benda kerja 2) Mengatur posisi pahat bubut 3) Mengatur putaran mesin bubut 4) Melakukan proses membubut dari Ø104 mm hingga Ø102 mm 5) Cek ukuran diameter	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 102}$ $n = 187 \text{ rpm}$ <p>Dari tabel mesin bubut diperoleh putaran 230 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	

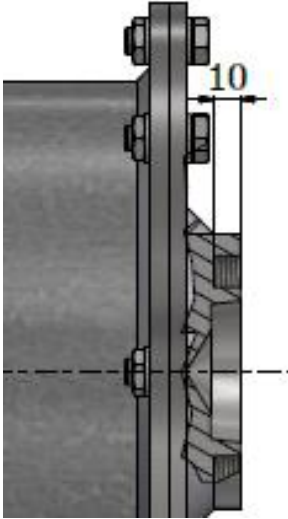
NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
3	Pengeboran dengan mesin bubut 	1) Memasang bor senter pada kepala lepas 2) Membuat lubang senter 3) Memasang bor Ø10 mm pada kepala lepas 4) Melakukan pengeboran hingga kedalaman 11 mm 5) Ulangi	25 m/ mnt (lampiran 3)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 10}$ $n = 796 \text{ rpm}$ Untuk bor Ø10 mm $n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 15}$ $n = 530 \text{ rpm}$ Untuk bor Ø15 mm	$f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{d}$ $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{10}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$ (bor Ø10 mm) $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{15}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$ (bor Ø15 mm) $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{20}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$ (bor Ø20 mm) $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{32}$ $f = 0,3 \text{ mm/rev}$ (bor Ø32 mm)	

		pengeboran dengan mata bor Ø15, Ø20, dan Ø32 secara bertahap 6) Cek kedalaman pengeboran		$n = \frac{1000.25}{3,14.20}$ $n = 398 \text{ rpm}$ Untuk bor Ø20 $n = \frac{1000.25}{3,14.32}$ $n = 248 \text{ rpm}$ Untuk bor Ø32 mm		
--	--	---	--	---	--	--

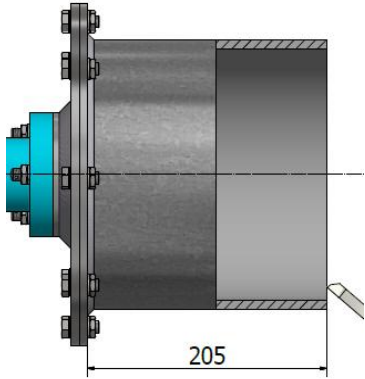
NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
4	Membubut dalam 	1) Memasang dan setting pahat dalam 2) Mengatur putaran mesin bubut 3) Melakukan proses bubut dalam hingga Ø 53,5 mm dengan panjang 11 mm 4) Memutar eretan atas dengan sudut 6,5° 5) Membentuk konis	25 m/ mnt (lampiran 3)	$n = \frac{1000.CS}{\pi.d}$ $n = \frac{1000.25}{3,14.54}$ $n = 147 \text{ rpm}$ Pada mesin didapat putaran 140 rpm	0,2 mm/rev (lampiran 2)	

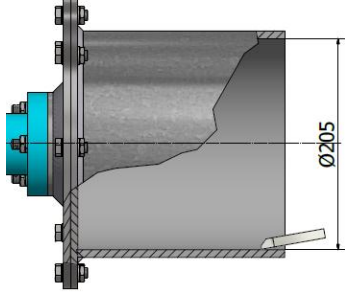
NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
5	Mengebor dengan mesin frais 	1) Mencekam benda kerja pada kepala pembagi 2) Memasang bor senter pada mesin frais 3) Setting pisau pada pusat benda kerja 4) Geser pisau sejauh 37,9 mm 5) Lakukan pengeboran dengan bor senter 6) Putar kepala pembagi	25 m/ mnt (lampiran 3)	$n = \frac{1000.CS}{\pi.d}$ $n = \frac{1000.25}{3,14.10,5}$ $n = 758 \text{ rpm}$	$f = 0,084.^3 \overline{d}$ $f = 0,084.^3 \overline{10,5}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$	

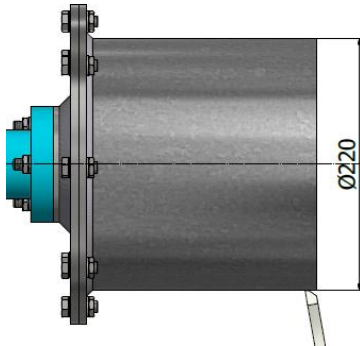
		<p>dengan ketentuan, tiap pengeboran kepala pembagi diputar 3 lubang</p> <p>7) Lepas bor senter dan ganti dengan mata bor Ø10,5 mm</p> <p>8) Melakukan pengeboran hingga kedalaman 15 mm</p> <p>9) Ulangi pengeboran hingga menghasilkan 6 buah lubang</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
6	Membuat ulir dalam M12 x 1,75 	1) Menyiapkan tap M 12 x 1,75; tangkai tap dan <i>cutting fluid</i> 2) Berikan <i>cutting fluid</i> pada tap dan lubang 3) Membuat ulir dengan tap konis 4) Membuat ulir dengan tap antara 5) Membuat ulir dengan tap rata 6) Cek ulir dengan baut M12 x 1,75		-	-	Pemakanan dilakukan dengan memberi jeda

Tabel 9. Langkah kerja proses *finishing* cetakan

NO	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
1	<p><i>Fitting</i> panjang cetakan</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Memasang benda kerja pada kepala tetap mesin bubut Emco 2) Mengatur pahat dan putaran mesin 3) Mulai membubut panjang tabung cetakan hingga 205 mm 4) Memeriksa ukuran dengan mistar baja 	<p>60 m/ mnt (lampiran 2)</p>	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 205}$ $n = 93,2 \text{ rpm}$ <p>Pada mesin didapat putaran 140 rpm</p>	<p>0,2 mm/rev (lampiran 2)</p>	<p>Memperhatikan ketegak lurusan antara permukaan tabung dengan sumbu kerja, agar tutup dapat terpasang dengan baik</p>

N O	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
2	Membubut dalam tabung cetakan 	1) Mengatur pahat dan putaran mesin 2) Memeriksa ukuran dengan mistar baja 3) Mulai membubut dalam hingga Ø205 mm 4) Memeriksa ukuran dengan mistar baja	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 205}$ $n = 93,2 \text{ rpm}$ <p>Pada mesin didapat putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	a) Menggunakan pendingin saat melakukan pemotongan b) Akan lebih mudah jika eretan diatur gerak otomatis

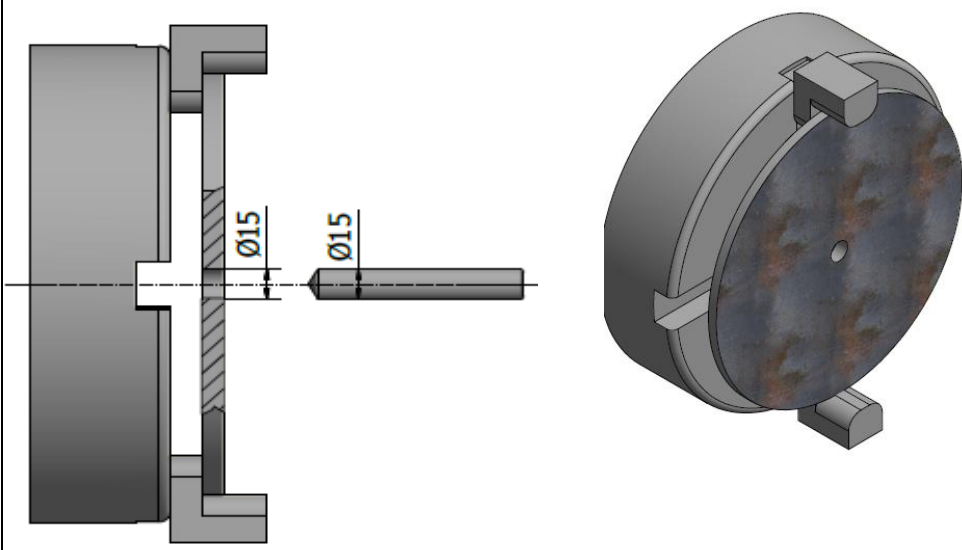
N O	Jenis Pekerjaan dan Gambar	Langkah Kerja	Parameter Pemotongan			Keterangan
			Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
3	Membubut luar tabung cetakan 	1) Mengatur pahat dan putaran mesin 2) Memeriksa ukuran dengan mistar baja 3) Mulai membubut hingga Ø220 mm 4) Memeriksa ukuran dengan mistar baja	60 m/ mnt (lampiran 2)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 220}$ $n = 86,9 \text{ rpm}$ <p>Pada mesin didapat putaran 140 rpm</p>	0,2 mm/rev (lampiran 2)	a) Menggunakan pendingin saat melakukan pemotongan b) Akan lebih mudah jika eretan diatur gerak otomatis

D. Proses Pemesinan Tutup Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting*

1. Pembuatan Lubang pada pusat benda kerja

Proses pembuatan lubang pada benda kerja dikerjakan pada mesin bubut. Urutan langkah kerja diuraikan pada tabel 10. dan parameter pemotongan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 10. Langkah kerja pembuatan lubang pada tutup

				
Langkah Kerja	Ukuran		Alat Potong	Alat Ukur
	Awal	Akhir		
1) Memasang benda kerja pada cekam mesin bubut 2) Pasang bor senter pada kepala lepas 3) Mengatur putaran mesin bubut untuk keperluan mengebor senter 4) Melakukan pengeboran	0	Ø15 mm	a) Bor senter b) Bor Ø8 mm c) Bor Ø15 mm	Jangka sorong

5) Mengganti mata bor senter dengan mata bor Ø8 mm				
6) Melakukan pengeboran				
7) Mengganti mata bor dengan Ø15 mm				
Catatan: a) Menggunakan cairan pendingin saat proses pengeboran b) Memastikan posisi kepala lepas, satu sumbu dengan kepala tetap				

Tabel 11. Parameter pembuatan lubang pada tutup

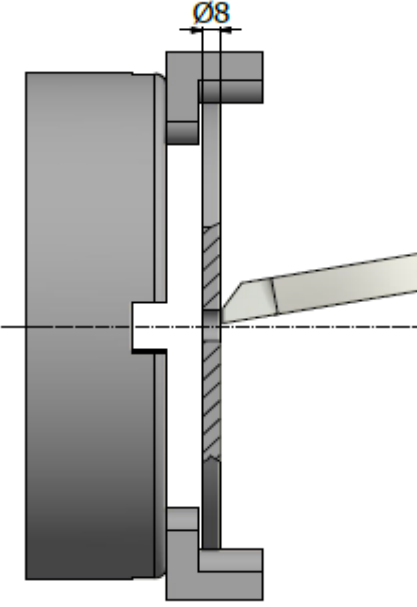
Parameter Pemotongan			Keterangan
Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
25 (m/mnt)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 8}$ $n = 995 \text{ rpm}$ Pada mesin bubut menjadi 1000 rpm	$f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{d}$ $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{8}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$	Pemotongan dengan mata bor Ø8 mm
	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 15}$	$f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{d}$ $f = 0,084 \cdot \sqrt[3]{15}$ $f = 0,2 \text{ mm/rev}$	Pemotongan dengan mata bor Ø15 mm

	$n = 530 \text{ rpm}$ Pada mesin bubut menjadi 450 rpm		
Catatan: <i>Cutting speed</i> dapat dilihat pada lampiran 3			

2. Proses *facing* pada permukaan tutup

Proses *facing* pada benda kerja dikerjakan pada mesin bubut. Urutan langkah kerja diuraikan pada tabel 12. dan parameter pemotongannya dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 12. Langkah kerja *facing* pada tutup

				
Langkah Kerja	Ukuran		Alat Potong	Alat Ukur
	Awal	Akhir		
1) Memasang benda kerja pada cekam mesin bubut	Tebal 10 mm	Tebal 8 mm	Pahat bubut rata	Jangka sorong
2) Memasang dan				

mengatur posisi pahat				
3) Mengatur putaran mesin bubut untuk keperluan <i>facing</i>				
4) Memeriksa tebal benda kerja dengan jangka sorong				
5) Melakukan proses pemakanan				
6) Memeriksa ukuran tebal benda kerja				
Catatan: a) Menggunakan cairan pendingin saat proses pemakanan b) Mengatur gerak pemakanan secara otomatis				

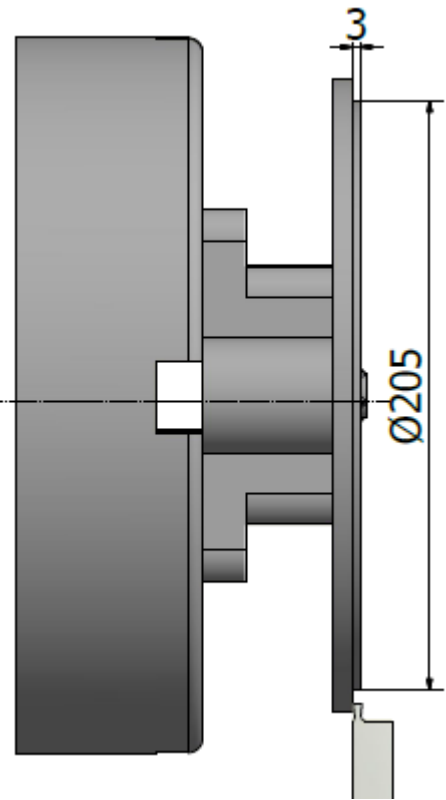
Tabel 13. Parameter *facing* pada tutup

Parameter Pemotongan			Keterangan
Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
60 (m/mnt)	$n = \frac{1000.CS}{\pi.d}$ $n = \frac{1000.60}{3,14.205}$ $n = 93,2 \text{ rpm}$ Pada mesin bubut menjadi 140 rpm	0,2 mm/rev	Pemakanan finishing <i>feed</i> diperkecil
Catatan: <i>Cutting speed</i> (Cs) dan <i>feed</i> (f) dapat dilihat pada lampiran 2			

3. Proses bubut alur pada tutup

Proses kerja bubut alur pada benda kerja dikerjakan pada mesin bubut. Urutan langkah kerja diuraikan pada tabel 14. dan parameter pemotongannya dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 14. Langkah kerja membubut alur tutup

				
Langkah Kerja	Ukuran		Alat Potong	Alat Ukur
	Awal	Akhir		
1) Memasang mandrel pada lubang benda kerja	Ø220 mm	Ø205 mm	Pahat alur	Jangka sorong
2) Mencekam mandrel pada mesin bubut	Tebal 8 mm	alur 3 mm		
3) Memasang dan				

mengatur posisi pahat				
4) Mengatur putaran mesin bubut untuk membubut alur				
5) Melakukan proses pemakanan				
6) Memeriksa ukuran alur benda kerja				
Catatan: Menggunakan cairan pendingin saat proses pemakanan				

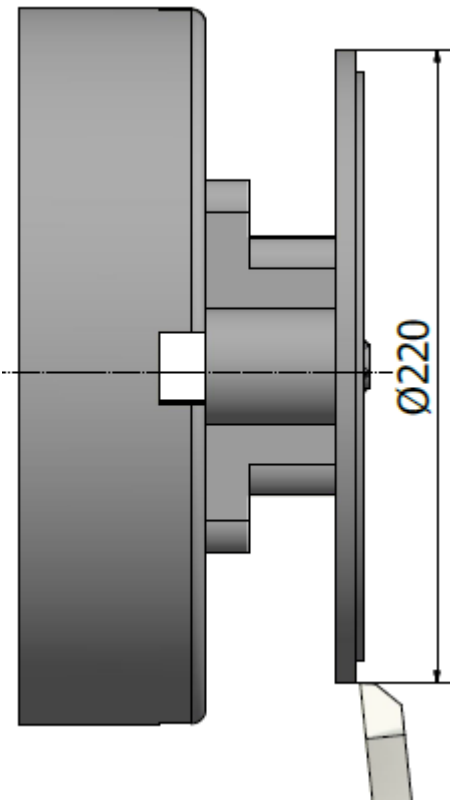
Tabel 15. Parameter membubut alur pada tutup

Parameter Pemotongan			Keterangan
Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
60 (m/mnt)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 205}$ $n = 93,2 \text{ rpm}$ <p>Pada mesin bubut menjadi 140 rpm</p>	0,2 mm/rev	Putaran mesin dan <i>feed</i> yang digunakan 50% dari hitungan
Catatan: <i>Cutting speed</i> (Cs) dan <i>feed</i> (f) dapat dilihat pada lampiran 2			

4. Proses bubut lurus pada tutup

Proses kerja membubut lurus pada diameter terluar tutup, dikerjakan pada mesin bubut. Urutan langkah kerja diuraikan pada tabel 16. dan parameter pemotongannya dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 16. Langkah kerja proses membubut diameter luar tutup

				
Langkah Kerja	Ukuran		Alat Potong	Alat Ukur
	Awal	Akhir		
1) Mencekam mandrel pada mesin bubut	Ø230 mm	Ø220 mm	Pahat bubut rata	Mistar baja
2) Memasang dan mengatur posisi pahat				
3) Mengatur putaran				

mesin bubut untuk membubut rata 4) Memeriksa ukuran diameter luar benda kerja 5) Melakukan proses pemakanan 6) Memeriksa ukuran diameter benda kerja				
Catatan: Menggunakan cairan pendingin saat proses pemakanan				

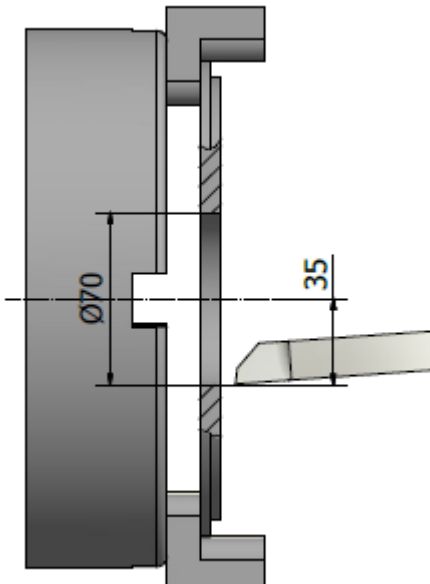
Tabel 17. Parameter pemotongan membubut diameter luar tutup

Parameter Pemotongan			Keterangan
Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
60 (m/mnt)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 220}$ $n = 86,9 \text{ rpm}$ Pada mesin bubut menjadi 140 rpm	0,2 mm/rev	Pemakanan finishing <i>feed</i> diperkecil
Catatan: <i>Cutting speed</i> (Cs) dan <i>feed</i> (f) dapat dilihat pada lampiran 2			

5. Proses bubut dalam

Proses kerja membubut dalam padalubang di pusat tutup, dikerjakan pada mesin bubut. Urutan langkah kerja diuraikan pada tabel 18. dan parameter pemotongannya dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 18. Langkah kerja proses membubut dalam pada tutup

				
Langkah Kerja	Ukuran		Alat Potong	Alat Ukur
	Awal	Akhir		
1) Mencekam mandrel pada mesin bubut	Ø15 mm	Ø70 mm	Pahat bubut rata	Jangka sorong
2) Memasang dan mengatur posisi pahat				
3) Mengatur putaran mesin bubut untuk membubut rata				
4) Memeriksa ukuran				

diameter dalam benda kerja				
5) Melakukan proses pemakanan				
6) Memeriksa ukuran diameter dalam benda kerja				
Catatan: Menggunakan cairan pendingin saat proses pemakanan				

Tabel 19. Parameter pemotongan membubut dalam tutup

Parameter Pemotongan			Keterangan
Cs (m/mnt)	Putaran Mesin (rpm)	f (mm/rev)	
60 (m/mnt)	$n = \frac{1000 \cdot CS}{\pi \cdot d}$ $n = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 70}$ $n = 273 \text{ rpm}$ <p>Pada mesin bubut menjadi 270 rpm</p>	0,2 mm/rev	Pemakanan finishing <i>feed</i> diperkecil
Catatan: <i>Cutting speed</i> (Cs) dan <i>feed</i> (f) dapat dilihat pada lampiran 2			

E. Uji Dimensi

Pengujian dimensi bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran apakah cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yang dibuat sudah sesuai gambar atau belum. Dalam pengujian ini didapat penyimpangan antara gambar kerja dengan benda kerja, meskipun demikian, komponen cetakan dapat terpasang dengan benar. Perhitungan selisih ukuran dilakukan untuk mengetahui kesalahan ketika proses pengerjaan. Metode yang digunakan adalah pengukuran menggunakan jangka sorong untuk mengukur diameter dan panjang cetakan.

Tabel 20. Uji dimensi pada dudukan

Dimensi Gambar	Toleransi	Dimensi Benda	selisih	Ket
Ø102 mm	± 0,3 mm	Ø101,86 mm	-0,14 mm	Go
Panjang 11,2 mm	± 0,2 mm	11,28 mm	+0,08 mm	Go
Ø51 mm	+0,04	Ø51,02 mm	+0.02 mm	Go
M12 x 1,75	-	M12 x 1,74	-	Go

Tabel 21. Uji dimensi pada flens depan dan belakang

Dimensi Gambar	Toleransi	Dimensi Benda	selisih	Ket
Ø280 mm	± 0,5 mm	Ø280 mm	0	Go
Ø10 mm	±0,2 mm	Ø10 mm	0	Go

Tabel 22. Uji dimensi pada tabung cetakan

Dimensi Gambar	Toleransi	Dimensi Benda	selisih	Ket
Ø220 mm	± 0,5 mm	Ø280 mm	0	Go
Ø205 mm	±0,2 mm	Ø10 mm	0	Go
Panjang 205 mm	±0,2 mm	204 mm	-1 mm	-

Tabel 23. Uji dimensi pada tutup cetakan

Dimensi Gambar	Toleransi	Dimensi Benda	selisih	Ket
Ø220 mm	± 0,5 mm	Ø220 mm	0	Go
Ø205 mm	±0,2 mm	Ø205 mm	0	Go
Tebal 8 mm	±0,2 mm	7,96 mm	-0,04 mm	Go
Ø70 mm	±0,3 mm	Ø70,06 mm	+0,06	Go

Berdasarkan hasil uji dimensi yang telah dilakukan pada cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium ada perbedaan panjang tabung antara gambar kerja dengan benda kerja yaitu 1 mm.

F. Uji Fungsi

Uji fungsi dilakukan untuk mengetahui cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium yang telah dibuat, mampu pasang pada kepala tetap mesin bubut Emco. Pengujian fungsi cetakan juga didasari aspek keamanan saat uji kinerja. Pada saat pengecoran aluminium cetakan akan terjadi perubahan suhu pada putaran 1000 rpm, sangat beresiko jika cetakan tidak siap atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada cetakan dan corong yang dipasang pada mesin bubut, diperoleh hasil:

1. Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium:
 - a. Tutup dapat dipasang pada cetakan, tanpa kesulitan dalam melepas
 - b. Cetakan mampu pasang pada kepala tetap mesin bubut Emco
 - c. Pada putaran mesin 2200 rpm, terjadi bunyi selip dari pully mesin bubut
 - d. Masih pada putaran 2200 rpm, terjadi getaran hingga menggeser mesin bubut ketika mesin bubut dinonaktifkan
 - e. Pada putaran 1100 rpm, putaran cetakan lebih stabil

2. Corong *horizontal centrifugal casting* aluminium:

- a. Corong dapat dipasang pada eretan lintang mesin bubut
- b. Saluran corong dapat masuk ke dalam cetakan melalui lubang pada tutup
- c. Pada putaran 1100 rpm, corong bergetar sehingga perlu dilakukan perbaikan

G. Uji Kinerja

Kinerja *horizontal centrifugal casting* aluminium dapat diketahui setelah digunakan untuk melakukan proses pengecoran aluminium. Berdasarkan tujuan dari pembuatan *horizontal centrifugal casting* aluminium, diharapkan produk yang dihasilkan memiliki keunggulan dari pada pengecoran dengan metode *gravity casting*.

Kinerja dari *horizontal centrifugal casting* aluminium dikatakan baik jika pada saat digunakan, akan menghasilkan produk yang diharapkan tanpa terjadi kerusakan, baik pada produk maupun alat. Untuk itu komponen-komponen dari *horizontal centrifugal casting* aluminium harus memenuhi tuntutan dalam pengecoran aluminium. Cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium, dituntut mampu menahan panas dari pengecoran aluminium. Dan aman jika diputar dengan kecepatan 1100 rpm. Sedangkan corong *horizontal centrifugal casting* aluminium, dituntut mampu mengalirkan aluminium cair ke dalam cetakan, tanpa terjadi deformasi pada saluran corong akibat pengaruh panas.

Uji kinerja dari *horizontal centrifugal casting* aluminium dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Menentukan ukuran produk pengecoran aluminium.

Produk dibuat berbentuk silinder berongga dengan ukuran Ø205 mm panjang 205 mm dan tebal 40 mm

2. Menyiapkan bahan baku aluminium yang akan dicor

Keutuhan bahan baku aluminium dapat diketahui dengan menghitung kebutuhan bahan yang akan dicor.

Perhitungan volume pengecoran:

$$V_{al} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l - \frac{\pi}{4} \cdot d - t^2 l$$

$$V_{al} = 0,785 \cdot 205^2 \cdot 200 - 0,785 \cdot 205 - 80^2 \cdot 200$$

$$V_{al} = 6597925 - 2453125$$

$$V_{al} = 4144800 \text{ mm}^3$$

$$V_{al} = 0,0041448 \text{ m}^3$$

Perhitungan berat aluminium:

$$\text{Berat} = V_{al} \cdot \rho_{al}$$

$$= 0,0041448 \text{ m}^3 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$= 11,2 \text{ kg}$$

Keterangan:

V_{al} = volume aluminium

d = diameter produk

t = tebal produk

l = panjang produk

ρ_{al} = berat jenis aluminium

3. Memasang unit *horizontal centrifugal casting* aluminium pada mesin bubut, Cetakan dipasang pada kepala tetap mesin bubut emco, dan corong cetakan dipasang pada eretan melintang mesin bubut.



Gambar 40. Unit *horizontal centrifugal casting*

4. Memberikan lapisan grafit pada cetakan *horizontal centrifugal casting*, jika pengecoran dilakukan langsung pada cetakan. Penggunaan cetakan khusus dapat dilakukan pengecoran tanpa lapisan grafit.
5. Mengatur putaran mesin bubut pada putaran 1100 rpm
6. Melebur aluminium pada tungku peleburan

Kebutuhan bahan aluminium yang telah diperhitungkan, dimuat ke dalam tungku pelebur aluminium. Peleburan memerlukan waktu sekitar 40 menit, pada temperature 660-800°C. Sementara aluminium dilebur, cetakan dipanaskan dengan pembakaran gas oksigen dengan asetilin. Tujuannya ketika aluminium cair dituangkan ke dalam cetakan, tidak terjadi penurunan temperatur yang terlalu cepat.



Gambar 41. Pemanasan cetakan

7. Memasang tutup pada cetakan

Tutup dipasang pada cetakan kemudian dikencangkan dengan mur. Periksa celah antara tutup dengan tabung cetakan. Usahakan benar-benar rapat, agar aluminium tidak merembes.

8. Memutar kepala tetap mesin bubut dengan putaran 1100 rpm



Gambar 42. Cetakan diputar

9. Menggerakkan corong ke dalam cetakan melalui lubang tengah tutup

10. Menuangkan aluminium cair kedalam cetakan dengan sekali tuangan, diamkan selama 15 menit hingga aluminium mengeras dan dingin

11. Mematikan mesin bubut dan mengeluarkan aluminium dari dalam cetakan



Gambar 43. Mengeluarkan aluminium dari dalam cetakan



Gambar 44. Hasil pengecoran

H. Pembahasan

Keseluruhan laporan proyek akhir ini berisi laporan proses pemesinan dari cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dan hasil dari pengecoran aluminium.

1. Pembahasan proses pemesinan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium

a. Pemilihan bahan cetakan

Bahan yang dipilih sebagai cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah baja karbon rendah. Alasan memilih bahan tersebut adalah:

- 1) Baja karbon memiliki titik lebur 1500 °C, lebih besar dari titik lebur aluminium (660,32 °C)
- 2) Baja karbon rendah mudah diproses pemesinan dan memiliki sifat mampu las yang baik. Dikarenakan baja karbon rendah memiliki sifat yang lunak, tanpa harus dilakukan perlakuan panas.
- 3) Baja karbon rendah mudah didapat dan harganya terjangkau, 18 ribu rupiah tiap kilogram

Komponen	Berat	harga
Dudukan	2,5 kg	Rp 45.000,00
flens	4 kg	Rp 72.000,00
Tabung	-	Rp 90.000,00
Total		Rp 207.000,00

b. Identifikasi bahan cetakan

Bahan baku cetakan yang disediakan dilakukan identifikasi agar diketahui identitas bahan. Identitas bahan menjadi *variable* dalam menentukan parameter dari pemotongan pada proses pemesinan.

Identifikasi dilakukan dengan pengujian kekerasan bahan menurut Rockwell skala B, dengan hasil berikut:

Tabel 24. Hasil uji kekerasan bahan

Nama Bagian	Pengujian	Harga kekerasan (HRB)	Rata-rata
Dudukan	1	88,5	88,7
	2	89,7	
	3	87,9	
Flens depan dan belakang	1	75,5	74,73
	2	73,7	
	3	75	
Tabung	1	68,7	68,9
	2	68,5	
	3	69,5	
Kancing	1	67,2	67,53
	2	66,9	
	3	68,5	

Setelah diketahui hasil kekerasan Rockwell B dari masing-masing komponen, hasil dikonversikan dengan *Hardness Conversion Table* untuk mendapatkan hasil kekerasan Brinell dan hasil uji tarik.

Tabel 25. *Hardness conversion*

Hardness Conversion Table				
Tensile Strength (N/mm ²)	Brinell Hardness (BHN)	Vickers Hardness (HV)	Rockwell Hardness (HRB)	Rockwell Hardness (HRC)
285	86	90		
320	95	100	56.2	
350	105	110	62.3	
385	114	120	66.7	
415	124	130	71.2	
450	133	140	75.0	
480	143	150	78.7	
510	152	160	81.7	
545	162	170	85.0	
575	171	180	87.1	
610	181	190	89.5	

Sehingga didapat nilai kekerasan Brinell dan Uji tarik :

No	Komponen	Kekerasan Rockwell (HRB)	Kekerasan Brinell (HB)	Kekuatan tarik (N/mm ²)
1	Dudukan	88,7	181	610
2	Flange depan, belakang dan Tutup	74,73	133	450
3	Tabung	68,9	124	415
4	Kancing	67,53	114	385

Setelah diketahui nilai kekerasan Brinell dan Uji Tarik, hasil dikonversikan dengan tabel DIN 17100 (Tabel DIN 17100 dilampiran 4), sehingga didapat jenis bahan, yaitu:

No	Komponen	Kekuatan tarik (N/mm ²)	Bahan
1	Dudukan	610	ST 50
2	Flens depan, belakang dan Tutup	450	ST 42
3	Tabung	415	ST 37
4	Kancing	385	ST 37

c. Proses pemesinan cetakan

Proses pemesinan dilakukan dengan membubut bahan dudukan. Bahan dilas pada sepotong besi silinder sebagai alat mencekam. Pembubutan dilakukan agar bentuk material menjadi silindris.

Dudukan kemudian disambung dengan flens belakang dengan sambungan las. Tahap ini perlu diperhatikan titik senter antara flens dengan dudukan. Flens terdiri atas flens depan dan flens belakang kedua flens dapat disatukan dengan ikatan baut dan mur. Flens depan dan flens belakang hampir sama, perbedaanya pada flens depan memiliki alur melingkar. Komponen tabung cetakan ditempatkan pada alur flens depan, kemudian dilakukan pengelasan. Pada kondisi ini cetakan baru setengah jadi.

Pemesinan tahap akhir dilakukan dengan membubut gabungan dari beberapa komponen cetakan. Proses ini menghasilkan cetakan dengan ukuran sesuai toleransi gambar kerja. Sehingga beberapa komponen cetakan memiliki satu sumbu. Pada tahap ini proses pemesinan pada cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium telah selesai.

Pembuatan tutup cetakan dilakukan terpisah dari cetakan. Tutup dibuat dengan basis lubang tabung cetakan. Hal ini bertujuan agar tutup dapat terpasang dengan baik dan rapat. Setelah sesuai gambar dan suaian, dipasang komponen kancing tutup dengan

mengelas kancing pada cetakan. Proses ini dikerjakan oleh opsi fabrikasi.

2. Pembahasan hasil pengecoran

Pengecoran aluminium dengan metode *centrifugal casting* perlu memperhatikan beberapa variabel. Dimana variabel menentukan keberhasilan pengecoran

1. Bahan aluminium

Kualitas aluminium jelas mempengaruhi kualitas pengecoran. Unsur yang terpadu menentukan temperature lebur dan pembekuan. Bahan yang kotor jika tidak dihilangkan dari aluminium akan menurunkan kualitas produk.

2. Kalor

Syarat agar aluminium mampu mengalir adalah dalam keadaan cair. Sehingga kalor pada aluminium tidak boleh turun dengan cepat. Untuk mengantisipasi penurunan temperatur, perlu dilakukan pemanasan pada cetakan *horizontal centrifugal casting*

3. Cetakan

Cetakan menjadi variabel pengecoran sentrifugal, cetakan menjadi tempat menampung aluminium dalam keadaan lebur. Cetakan dituntut kuat dan rapat, agar pada saat diputar aluminium tidak bocor

4. Putaran

Semakin besar maka semakin besar pula gaya sentrifugal yang ditimbulkan. Besarnya gaya akan menghasilkan butiran aluminium lebih halus dan padat. Namun perlu diperhatikan, seiring besarnya putaran semakin besar pula laju pendinginan sehingga aluminium lebih cepat membeku.

5. Laju penuangan

Dalam pengecoran proses penuangan direkomendasikan dilakukan satu kali tuang. Penuangan yang terputus akan menghasilkan produk aluminium yang tidak homogen melainkan berlapis. Pada saat terkena beban, dapat terjadi pengelupasan

6. Ketebalan pengecoran

Semakin tebal aluminium yang dicor maka diameter putaran akan semakin mengecil, hal ini menimbulkan perbedaan besar gaya sentrifugal padasisi luar tengah dan dalam. Sehingga kerapatan aluminium berangsur menurun seiring mengecilnya diameter putar.

Keenam variabel tersebut mempengaruhi kualitas akhir dari produk aluminium. Dikarenakan keterbatasan referensi dalam putaran yang tepat pada pengecoran sentrifugal, pengujian pengecoran dilakukan atas saran dosen pembimbing yaitu dengan putaran 1100 rpm.

Proses pengecoran yang di praktikan menggunakan kecepatan 1100 rpm, dengan bahan baku aluminium 8 kg. Aluminium dilebur di dalam tungku peleburan kurang lebih selama 40 menit dengan suhu 660 –

800°C. Pada saat proses peleburan aluminium, cetakan dan corong dipanaskan dengan api dari mesin las OAW. Pemansan bertujuan untuk menjaga suhu agar tidak ada penurunan suhu secara mendadak.

Penuangan aluminium ke dalam cetakan *sentrifugal casting* tidak dapat satu kali tuang, karena volume yang dicor lebih besar dari pada volume alat penuangan. Maka penuangan dilakukan lebih dari sekali namun tanpa jeda, diasumsikan penuangan terjadi sekali jalan.

Hasil pengecoran memperlihatkan bahwa terak atau kotoran yang mempunyai berat lebih ringan akan bergerak menuju pusat putaran. Terdapat cacat berupa lapisan-lapisan aluminium, diasumsikan aluminium terlalu cepat membeku atau adanya bedak yang terjebak di dalam cairan aluminium.



Gambar 45. Permukaan Dalam



Gambar 46. Permukaan Luar



Gambar 47. Penampang Hasil Pengecoran

Benda hasil pengecoran kemudian dilakukan proses pemesinan yaitu dibubut, setelah dilakukan pembubutan untuk mendapatkan permukaan yang bersih dari terak bagian permukaan luar di bunag sekitar 3-5 mm, dan untuk bagian dalam sekitar 5-7 mm. Namun masih terdapat *porosity* pada benda hasil pengecoran, berupa pori-pori dan pengelupasan aluminium. Sehingga terjadi kesulitan ketika proses pemesinan.

Tahap akhir hasil pengecoran dilakukan pengujian kekerasan. Dari pengujian didapat data yang disajikan tabel 26.

Tabel 26. Hasil Uji Kekerasan Pengecoran *Centrifugal*

Pengujian	Harga kekerasan (HRB)	Rata-rata
Pengujian 1	65,3	61,36
Pengujian 2	56,2	
Pengujian 3	62,6	

Data diatas akan dibandingkan dengan data kekerasan dari aluminium yang dicor secara konvensional. Berikut data pengujian aluminium *gravity casting*.

Tabel 27. Hasil Uji Kekerasan Pengecoran *Gravity Casting*

Pengujian	Harga kekerasan (HRB)	Rata-rata
Pengujian 1	58,7	55,83
Pengujian 2	53,6	
Pengujian 3	55,2	

Dari hasil pengujian diatas didapat hasil 65,3 HRB; 56,2 HRB, dan 62,6 HRB dari hasil tersebut dihitung rata-ratanya sehingga didapat hasil **61,36** HRB, sedangkan untuk nilai kekerasan pengecoran metode *gravity casting* adalah 58,7 HRB; 53,6 HRB; dan 55,2 HRB dari hasil tersebut di rata-rata didapat nilai kekerasan **55,83** HRB. Hasil pengujian menunjukan bahwa nilai kekerasan pengecoran metode *centrifugal casting* menghasilkan nilai kekerasan lebih tinggi.

I. Spesifikasi

Horizontal centrifugal casting aluminium dapat diaplikasikan pada mesin bubut atau langsung pada putaran motor listrik. Berikut spesifikasi unit *horizontal centrifugal casting* aluminium.

1. Spesifikasi Mesin Bubut

- a. Seri mesin bubut : Emco Maximat Super11
- b. Panjang mesin bubut : 1114 mm
- c. Tinggi mesin bubut : 130 mm
- d. Kecepatan : 55/110; 200/410; 300/600;
1100/2200 rpm
- e. Sumber daya : listrik AC 3 *phase*

2. Spesifikasi Cetakan

- a. Diameter ruang cetakan : 204 mm
- b. Panjang ruang cetakan : 199 mm
- c. Volume cetakan : 6,5 liter
- d. Diameter mayor cetakan : 280 mm
- e. Diameter lubang tutup : 70 mm
- f. Tebal : 8 mm
- g. Berat aluminium maksimal : 17,5 Kg
- h. Berat cetakan kosong : 16,8 Kg
- i. Putaran maksimal : 2200 rpm
- j. Temperatur yang diijinkan : 800 °C

3. Spesifikasi Corong

- a. Diameter mayor : 232 mm
- b. Diameter saluran : 60 mm
- c. Tinggi : 240 mm
- d. Berat kosong corong : 7,6 Kg
- e. Temperatur yang diijinkan : 800 °C

J. Kelemahan

Berdasarkan hasil pengujian kinerja dari unit *horizontal centrifugal casting* aluminium masih ditemui kelemahan-kelemahan dari alat. Kelemahan ini dapat menjadi koreksi dalam mengembangkan alat pengecoran dengan metode *centrifugal casting*. Kelemahan dari unit *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah:

1. Dalam penggunaannya alat masih terlalu tinggi, sehingga beresiko aluminium cair tumpah
2. Putaran mesin turun ketika aluminium cair dituangkan
3. Mesin tidak mampu diputar pada putaran maksimal
4. Putaran mesin tidak dapat diatur ketika mesin dalam kondisi berputar
5. Panas dari aluminium terkonduksi hingga kepala tetap mesin bubut, terlihat dari timbulnya asap dari minyak pelumas
6. Hasil pengecoran sulit dikeluarkan dari dalam cetakan

Penulisan laporan proyek akhir ini memiliki kelemahan atau kekurangan dari segi pemilihan material bahan. Seharusnya bahan ditentukan ketika merancang desain konstruksi dari cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium. Pemilihan material bahan dipertimbangkan dan dipilih berdasarkan perhitungan gaya dan beban yang akan ditanggung oleh cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium.

Kenyataan yang terjadi pemilihan bahan dilakukan setelah desain cetakan selesai dibuat. Pemilihan material bahan didasarkan pada ketersediaan bahan yang dijual di pasaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil proses pemesinan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk membuat cetakan *horizontal centrifugal casting* yaitu St 37, St 42, dan St 50 yang terdiri atas plat besi Ø102 mm dengan tebal 15 mm, plat besi Ø280 dengan tebal 8 mm, plat besi Ø220 mm dengan tebal 8 mm, plat besi tebal 5 mm, pipa Ø 8 inch dengan panjang 205 mm tebal 7 mm.
2. Mesin dan perlengkapan yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium adalah sebagai berikut:
 - a. Mesin yang digunakan meliputi: mesin bubut, mesin gergaji potong, mesin gerinda, dan mesin frais.
 - b. Alat ukur yang digunakan adalah mistar baja, dan jangka sorong
 - c. Alat bantu yang digunakan adalah ragum, *clamp*, kepala pembagi, tangkai tap, senter putar, kunci 14, 12, 10, dan kunci L set
 - d. Alat keselamatan kerja yang digunakan adalah baju praktik, kacamata, dan sepatu *safety*
3. Urutan proses pembuatan *horizontal centrifugal casting* aluminium yaitu: 1) identifikasi gambar; 2) persiapan bahan, alat dan mesin; 3) perencanaan pemotongan bahan (*cutting plan*); 4) Pengurangan volume bahan; 5) proses perakitan pengelasan; 6) proses penyelesaian permukaan (*finishing*) dan; 7) uji kinerja.
4. Setelah dilakukan uji kinerja, dapat ditarik kesimpulan bahwa *horizontal centrifugal casting* aluminium memanfaatkan mesin bubut ini mampu digunakan untuk pengecoran *centrifugal*. Perlu adanya perbaikan pada tabung dalam, perbaikan berupa tabung dalam dibuat sedikit tirus agar nantinya dalam melepas benda kerja ataupun cetakan lebih mudah.

5. Berdasarkan pengujian kekerasan yang dilakukan pada aluminium hasil *centrifugal casting* dengan aluminium hasil *gravity casting* diketahui aluminium yang dicor dengan metode *centrifugal casting* memiliki angka kekerasan yang lebih tinggi dari aluminium yang dicor dengan metode *gravity casting*.

B. SARAN

Setelah dilakukan pembuatan cetakan *horizontal centrifugal casting* aluminium dan uji kinerja alat, sehingga diketahui kelemahan-kelemahan dari alat. Berdasarkan kelemahan alat timbul saran sebagai berikut:

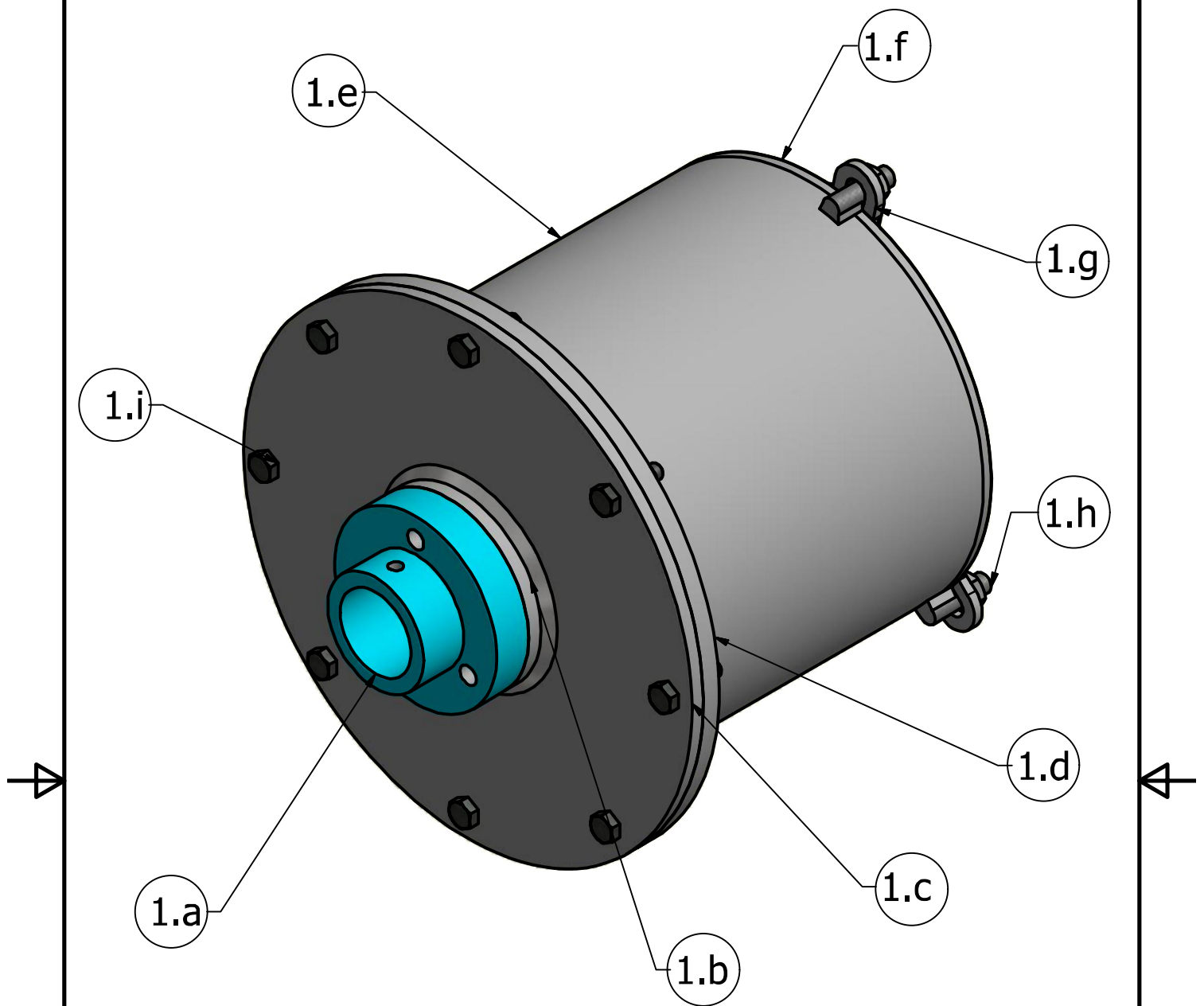
1. Sebelum memulai pekerjaan sebaiknya persiapkan semuanya mulai dari gambar kerja, alat dan bahan yang digunakan, dan keselamatan kerja.
2. Gunakan alat dan perlengkapan sesuai kegunaan dan perhatikan parameter-parameter setiap pekerjaan.
3. Membuat rencana kerja sebelum mulai bekerja
4. Kedepannya perlu pengembangan desain dan perbaikan pada alat, agar nantinya alat yang dibuat akan lebih baik.
 - a. Mesin dibuat serendah mungkin, agar mudah saat pengecoran
 - b. Alat didesain dapat terintegrasi dengan tungku peleburan
 - c. Perlu diberi peredam panas di sela-sela flens depan dan flens belakang, agar panas tidak merambat pada dudukan
 - d. Diameter dalam cetakan didesain mengerucut ke dalam, agar benda kerja hasil pengecoran dapat lebih mudah dikeluarkan
5. *Horizontal centrifugal casting* aluminium sebaiknya diletakkan ditempat yang lebih luas agar dalam proses pengecoran lebih leluasa.

6. Parameter pengecoran harus tepat dan sesuai, seperti :
 - a. Penggunaan lapisan cetakan yang tepat, gunakan grafit sebagai lapisan cetakan, karena grafit tidak menyerap air.
 - b. Penuangan cairan logam harus satukali tuang.
 - c. Perubahan suhu pada saat penuangan pada cetakan tidak boleh terlalu drastis.
 - d. Perlu diuji kecepatan putar yang sesuai, agar hasil pengecoran maksimal.
7. Gunakan bahan, alat dan mesin yang sesuai kegunaannya, agar hasil maksimal.
8. Tetap utamakan keselamatan kerja baik keselamatan operator, alat maupun benda kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambiyar. (2008). *Teknik Pembentukan Plat*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Anonim. (2016). *Hardness Conversion Table*. Diakses 20 Februari 2016, dari file:///I:/HardnessConversionTable,Brinell,Rockwell,Vickers,Engineer's. Handbook.html.
- Anonim. (2016). *Hardness Table*. Diakses 20 Februari 2016, dari <http://www.engineershandbook.com/Tables/hardness.html>.
- Daryanto. (1985). *Ikhtisar Praktis Teknik Mesin Jilid 2*. Bandung: Tarsito.
- Daryanto. (2003). *Alat Pengikat pada Elemen Mesin*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Daryanto. (2010). *Proses Pengolahan Besi dan Baja (Ilmu Metalurgi)*. Bandung: Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- Sato, G. Takeshi. (1999). *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Umaryadi. (2006). *PDTM Teknologi & Industri*. Surakarta: Yudhistira.
- Widarto, dkk. (2008). *Teknik Pemesinan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

LAMPIRAN



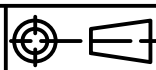
No	Nama Bagian	Jmlh	Ukuran	Keterangan
1.a	Kepala tetap	1	dia 102	ada pada mesin bubut
1.b	Dudukan	1	dia 102x 20mm	dibubut dan di las
1.c	Flens belakang	1	dia 280 tebal 10	di bubut dan dilas
1.d	Flens depan	1	dia 280 tebal 10	dibubut
1.e	Tabung cetakan	1	dia 220 x 205	di bubut dan dilas
1.f	Penutup	1	dia 220 tebal 8	dibubut
1.g	Pengunci tutup	3	plat 5mm	digerinda
1.h	Baut pengunci	3	M10	tersedia
1.i	Baut flens	8	M10	tersedia

Designed by
Kelompok 1

Checked by
Riswan

Approved by

Date



Date

18/11/2015

skala
1:2.5

TEKNIK MESIN FT UNY 2013

GAMBAR GABUNGAN CETAKAN

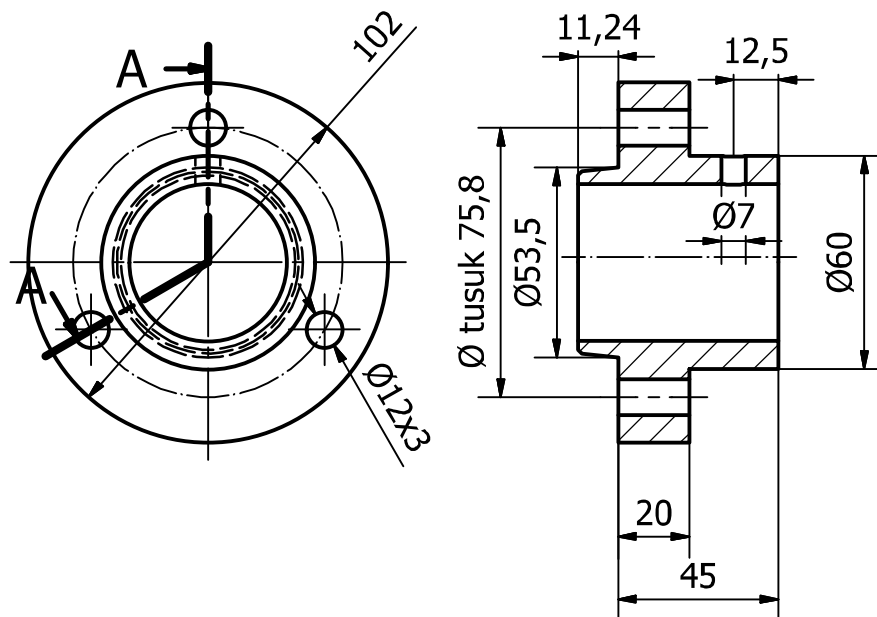
HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING

Edition

Sheet

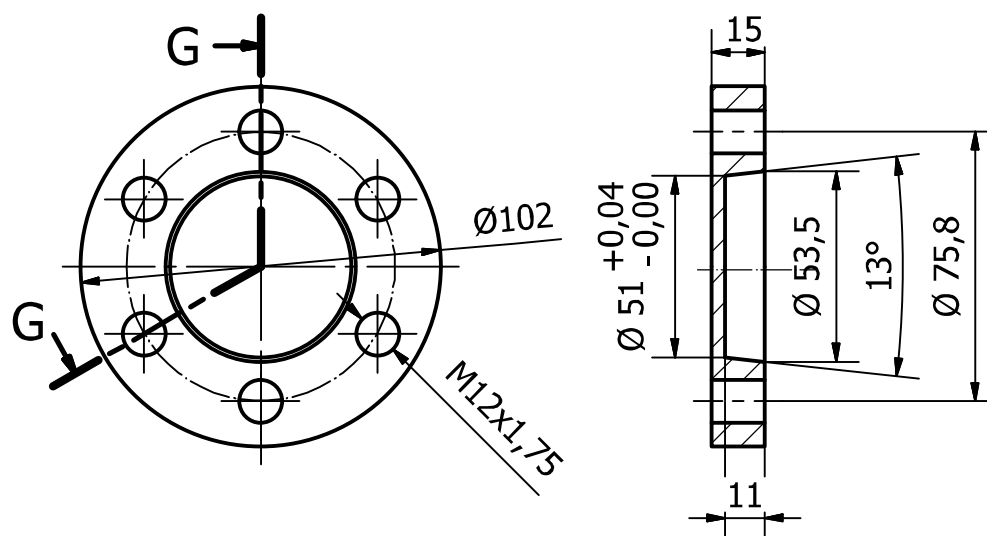
1.a

A-A (1 : 2)



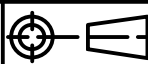
1.b

G-G (1 : 2)

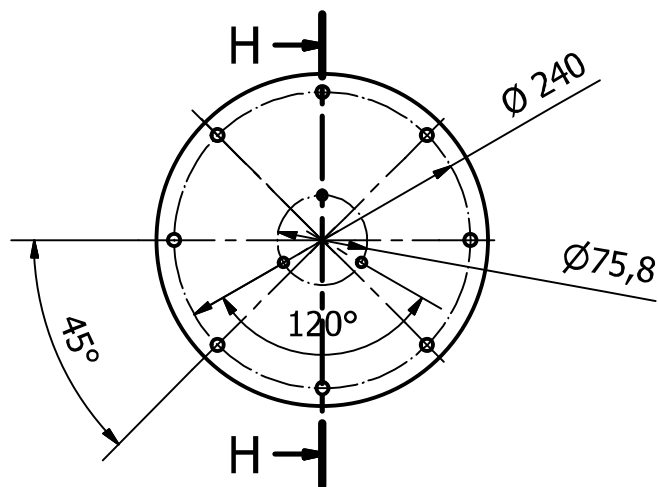


TOLERANSI UKURAN LINIER (mm)

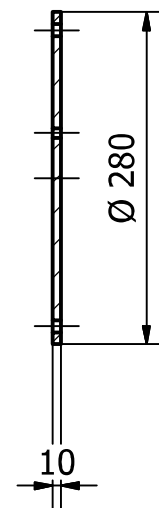
0 s/d 6	di atas 3 s/d 6	di atas 6 s/d 30	di atas 30 s/d 120	di atas 120 s/d 315
± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5
No	Nama Bagian	Jmlh	Ukuran	Keterangan
1.a	Kepala tetap	1	dia 102 x 45	ada di mesin bubut
1.b	Dudukan	1	dia 102 x 25	dibubut dan dilas

Designed by Kelompok 1	Checked by Riswan	Approved by	Date		Date 18/11/2015	skala 1:2
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BAGIAN CETAKAN			
			HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING		Edition	Sheet

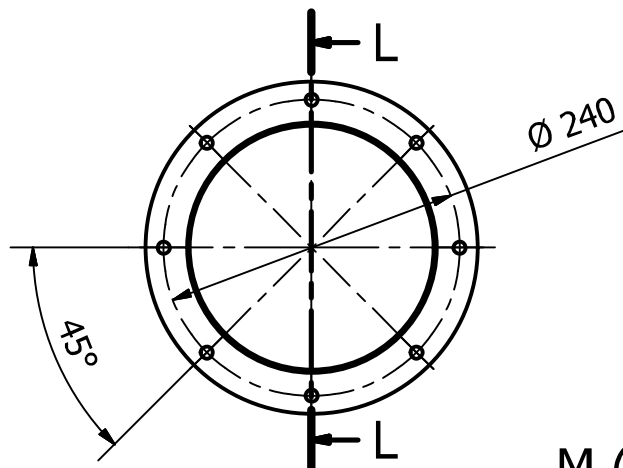
1.c



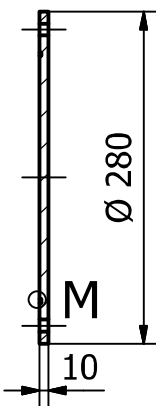
H-H (1 : 6)



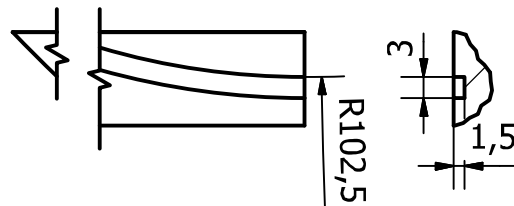
1.d



L-L (1 : 6)

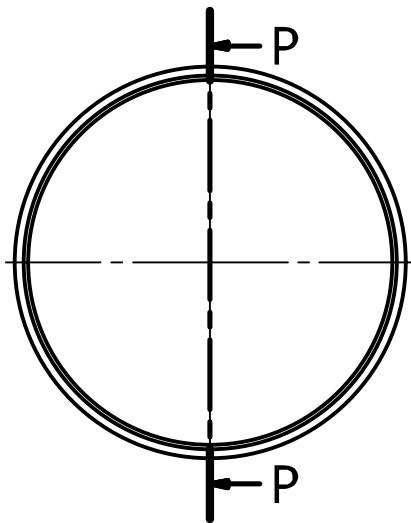


M (1 : 1)

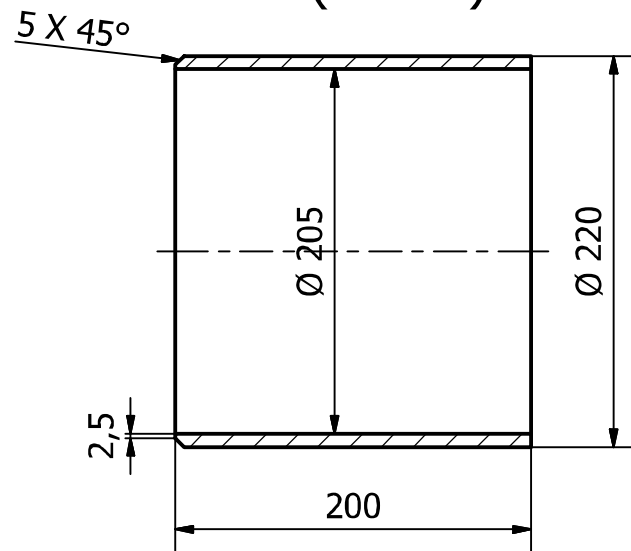


TOLERANSI UKURAN LINIER (mm)				
0 s/d 6	di atas 3 s/d 6	di atas 6 s/d 30	di atas 30 s/d 120	di atas 120 s/d 315
± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5
No	Nama Bagian	Jmlh	Ukuran	Keterangan
1.c	Flens belakang	1	dia 280 x 10	dibubut dan dibor
1.d	Flens depan	1	dia 280x 10	dibubut dan dibor
Designed by Kelompok 1	Checked by Riswan	Approved by	Date 18/11/2015	skala 1:6
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		GAMBAR BAGIAN CETAKAN		
		HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet

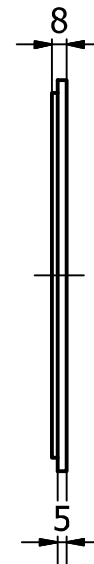
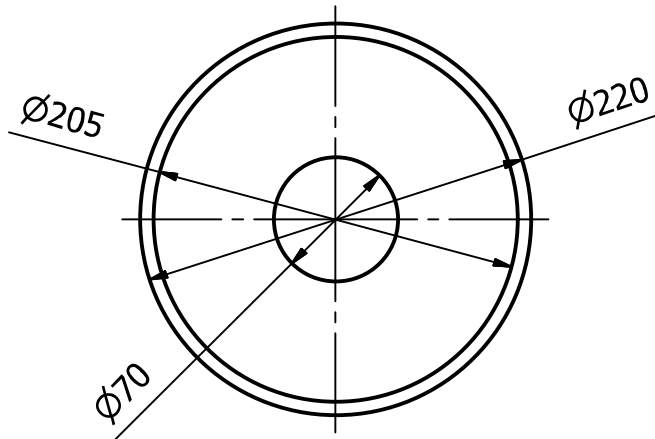
1.e



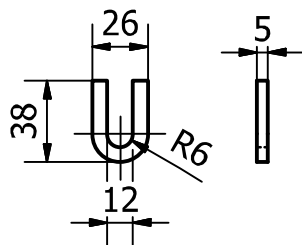
P-P (1 : 4)



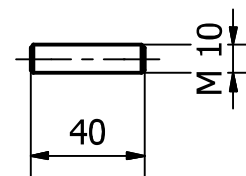
1.f



1.g



1.h



No	Nama Bagian	Jmlh	Ukuran	Keterangan
1.e	Tabung cetakan	1	dia 220 x 205	Dibubut
1.f	Penutup	1	dia 220	Dibubut
1.g	Pengunci tutup	3	26 x 38	Digerinda
1.h	Baut pengunci	3	m10 x 3	Dilas

Designed by

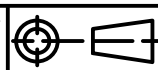
Kelompok 1

Checked by

Riswan

Approved by

Date



Date

18/11/2015

skala

1:4

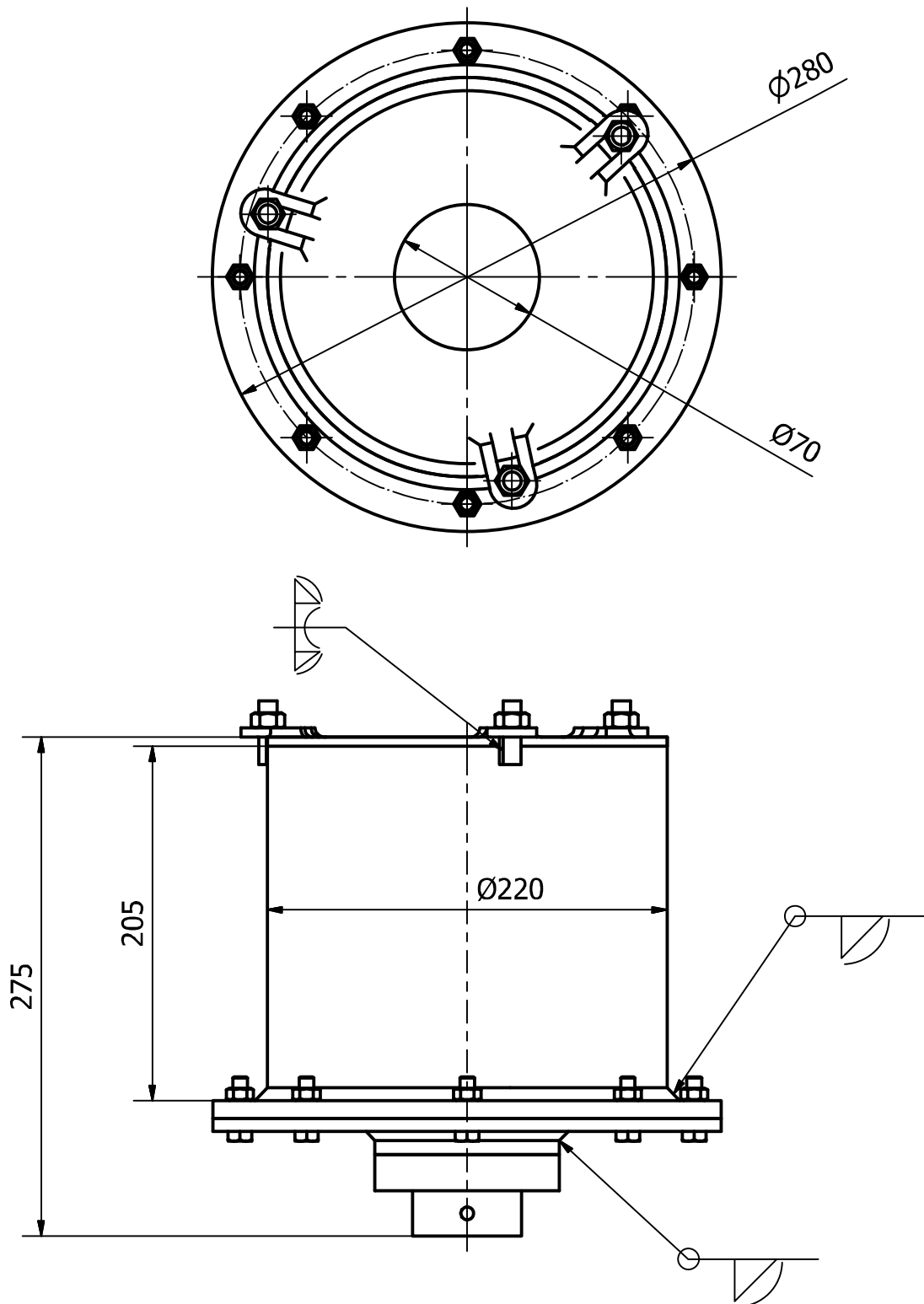
TEKNIK MESIN FT UNY 2013

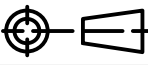
GAMBAR BAGIAN CETAKAN

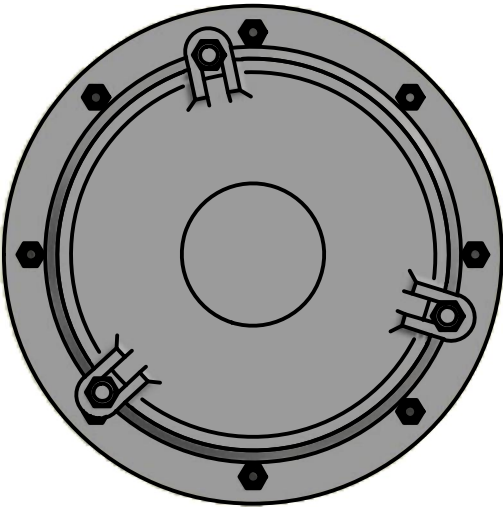
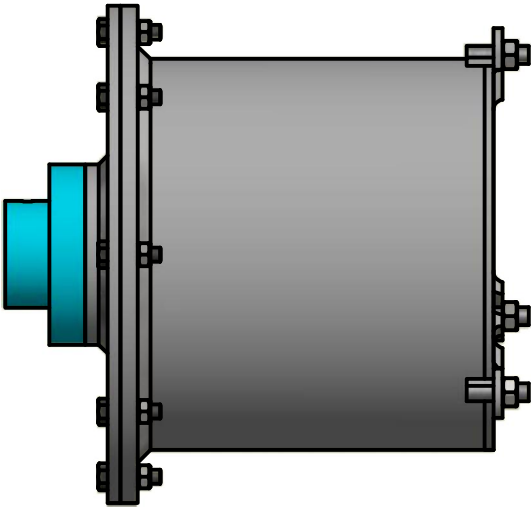
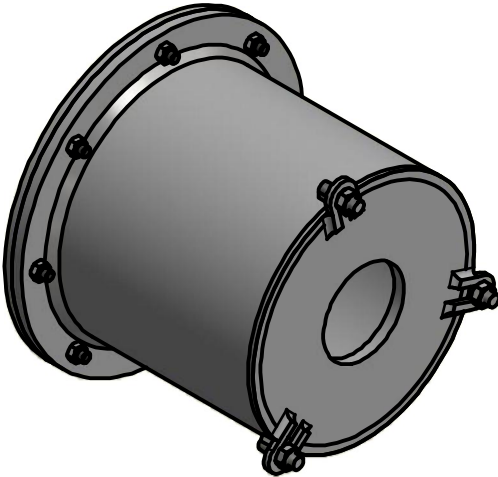
HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING

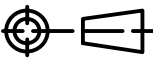
Edition

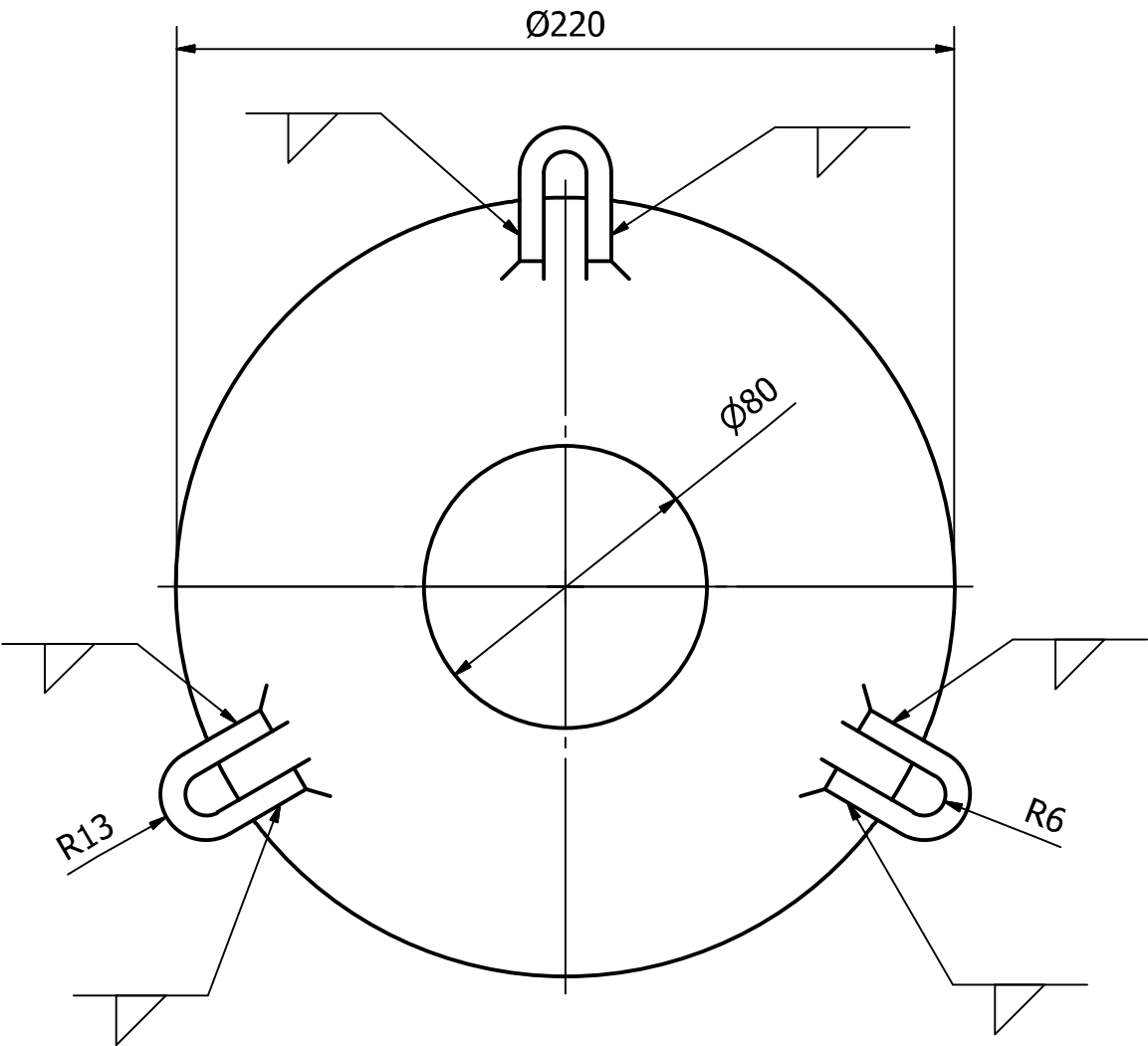
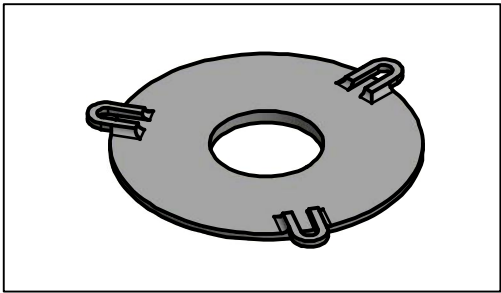
Sheet

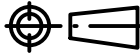


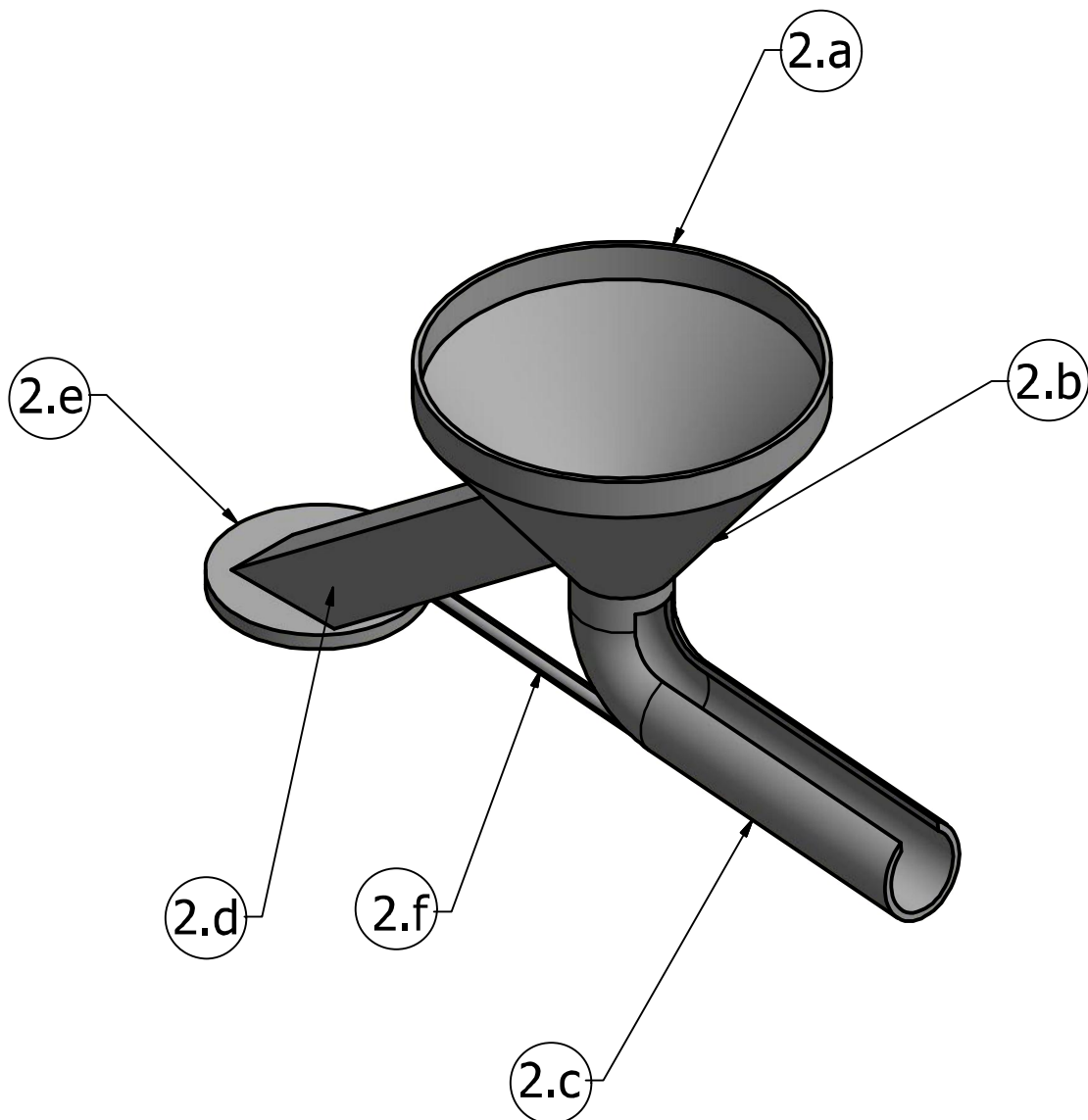
Designed by Kelompok 1	Checked by Riswan	Approved by	Date		Date 18/11/2015	skala 1:3
TEKNIK MESIN FT UNY 2013				GAMBAR GABUNGAN CETAKAN		
HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING					Edition	Sheet



Designed by Kelompok 1	Checked by Riswan	Approved by	Date		Date 18/11/2015	skala 1:4
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING				
		Edition		Sheet		

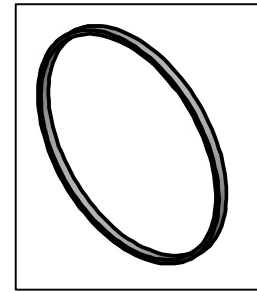
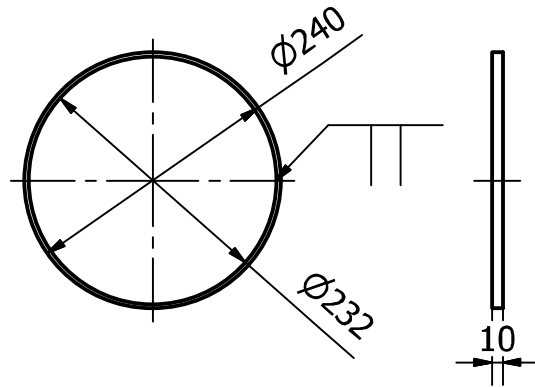


Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date		Date 01/04/2016	Skala 1:2
TEKNIK MESIN UNY		GAMBAR TUTUP CETAKAN				
		HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING			Edition	Sheet

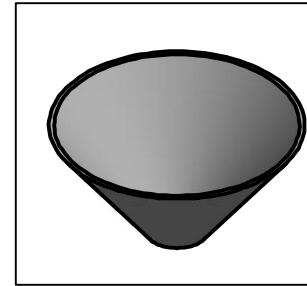
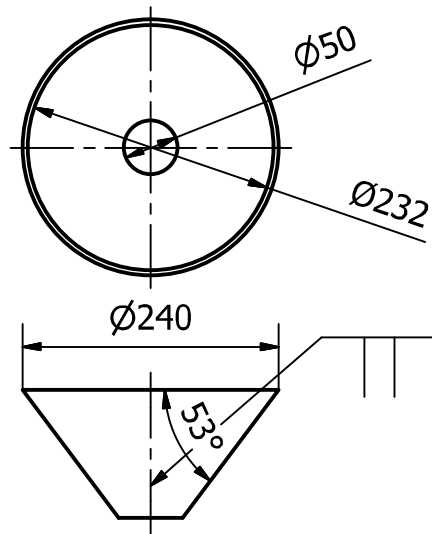


No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.a	Bibir atas corong	1	plat tebal 4	Dkerjakan diluar
2.b	Corong utama	1	plat tebal 4	dikerjakan diluar
2.c	Jalur aliran	Satu set	pipa dia 50	Dipotong
2.d	Penyangga	1	Plat siku 40 x 40	Dipotong dan dilas
2.e	Dudukan	1	dia 130	Dibubut dan Dibor
2.f	Penguat	1	dia 10 x 200	Dilas
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015
TEKNIK MESIN FT UNY 2013		GAMBAR GABUNGAN CORONG		
		CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING		skala 1:4
		Edition		Sheet

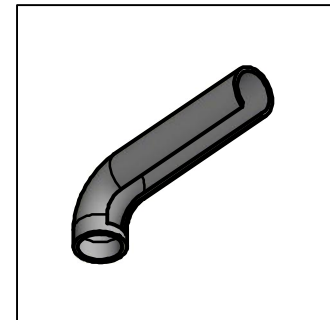
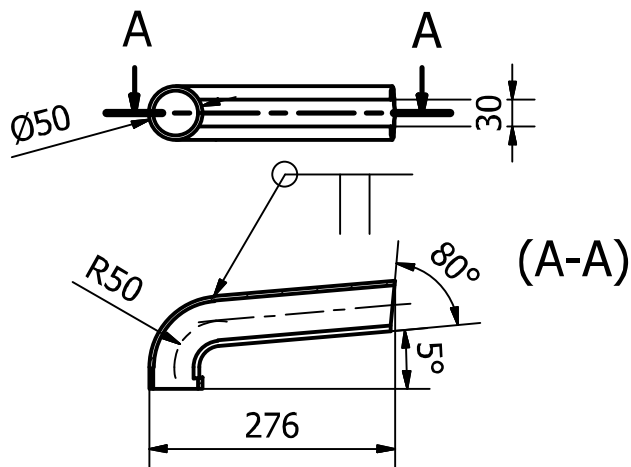
2.a



2.b

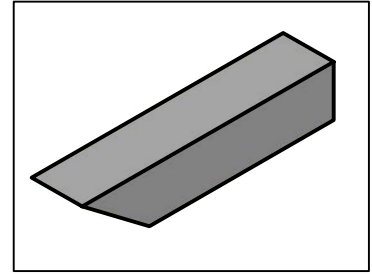
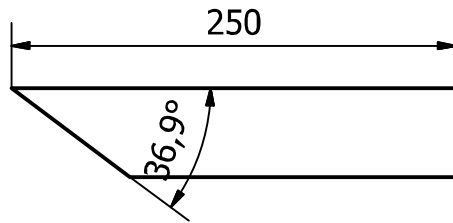


2.c

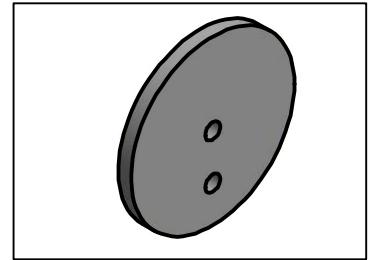
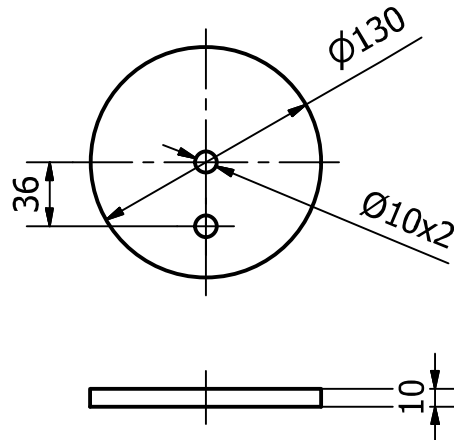


No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.a	Bibir atas corong	1	dia 240	dikerjakan diluar
2.b	Corong utama	1	dia 240	dikerjakan diluar
2.c	Jalur aliran	Satu set	pipa dia 50	dipotong
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BAGIAN CORONG	
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	skala 1:6
			Edition	Sheet

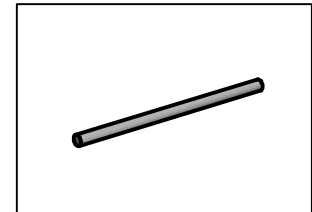
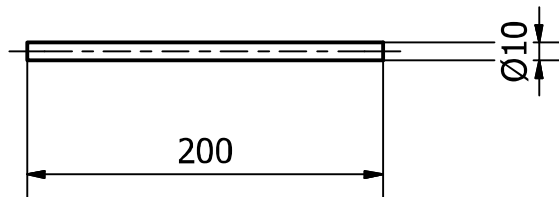
2.d



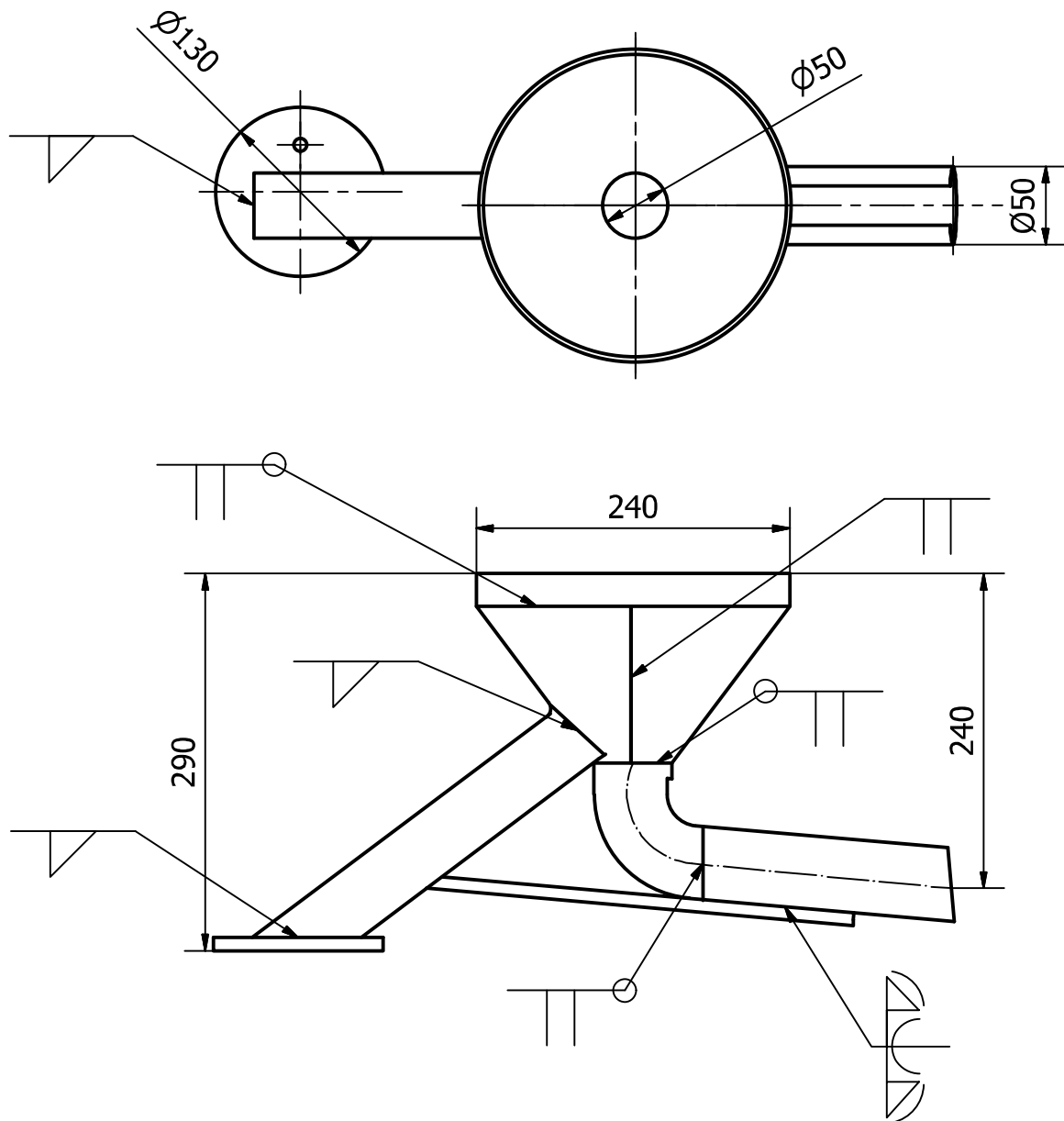
2.e

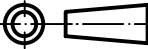


2.f

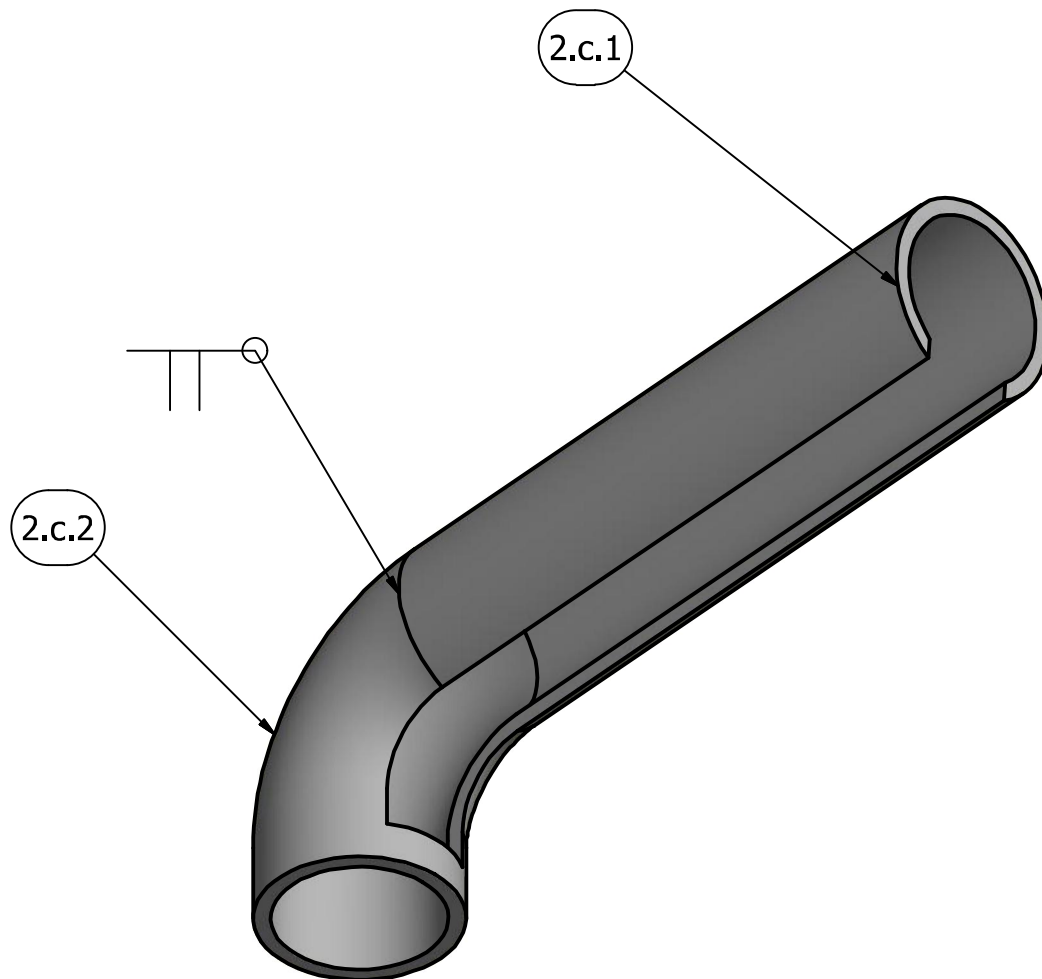


No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan
2.d	Penyangga	1	Plat siku 40 x 40	Dipotong
2.e	Dudukan	1	dia 130	Dibubut dan Dibor
2.f	Penguat	1	dia 10 x 200	Dilas
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BAGIAN CORONG	
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	skala 1:4
			Edition	Sheet



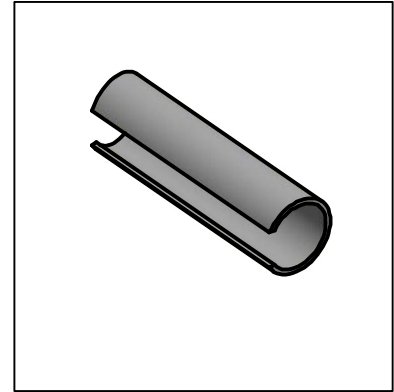
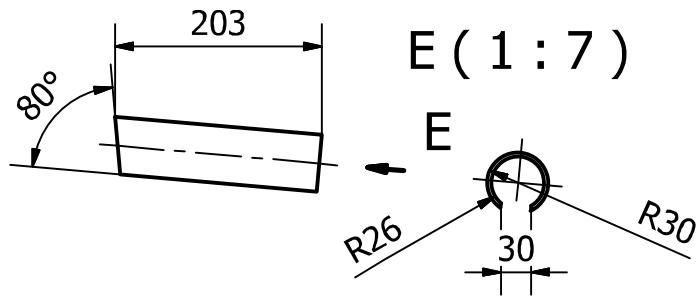
Designed by Kelompok 1	Checked by	Approved by	Date		Date 03/12/2015	skala 1:5
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR GABUNGAN CORONG			
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING		Edition	Sheet

2.c

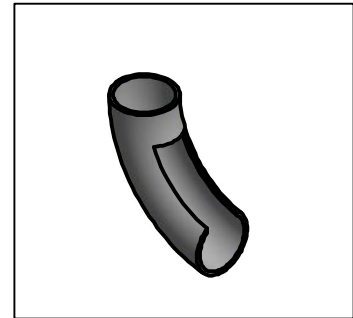
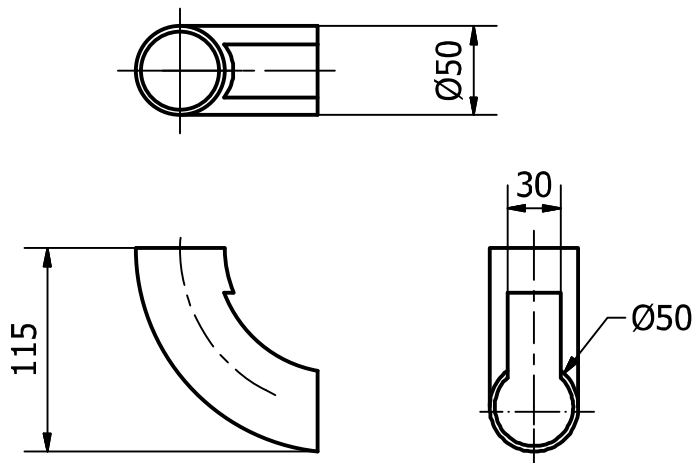


No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan	
2.c.1	pipa	1	dia 50mm	Dipotong dan dilas	
2.c.2	keni	1	dia 50mm	dipotong dan dilas	
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:2
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BAGIAN CORONG		
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet

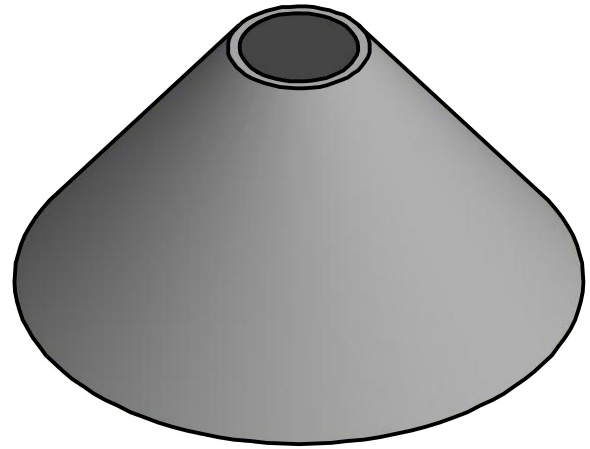
2.c.1



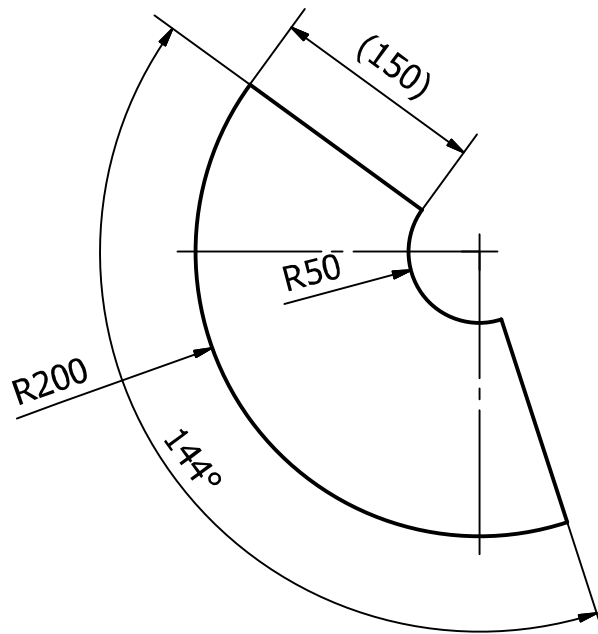
2.c.2



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan	
2.c.1	pipa	1	dia 50mm	Dipotong dan dilas	
2.c.2	keni	1	dia 50mm	beli	
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:4
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BAGIAN CORONG		
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet





GAMBAR BUKAAN



No	Nama	Jmlh	Ukuran	Keterangan	
2.b	Corong utama	1	Plat tebal 4 mm	dikerjakan diluar	
Designed by Kelompok 1		Checked by	Approved by	Date 03/12/2015	skala 1:5
TEKNIK MESIN FT UNY 2013			GAMBAR BUKAAN CORONG		
			CORONG HORIZONTAL CENTRIFUGAL CASTING	Edition	Sheet

Lampiran 2. *Cutting Speed dan Feed Mesin Bubut*

Workpiece material	Tensile strength in kp/mm^2	1) Tool	Cutting angle clearance/top  α°	 γ°	Feed in mm/rev.				Coolant and Lubricant	
					0,1	0,2	0,4	0,8	Roughing	Finishing
					cutting speed v m/min					
Steel St 34, St 37, St 42	up to 50.	SS S ₁	8 5	14 10	280	60 236	45 200	34 170	E	E or P
St 50, St 60	50...70	SS S ₁	8 5	14 10	240	44 205	32 175	24 145	E	E or P
St 70	70...85	SS S ₁	8 5	14 10	200	32 170	24 132	18 106	E	E or P
Cast steel	50...70	SS S ₁	8 5	10 6	118	34 100	25 85	10 71	E	dry
Alloyed steel	85...100	SS S ₁	8 5	10 6	150	24 118	17 95	12 75	E	E or P
Mn-Steel, Cr-Ni-steel, Cr-Mo-steel	100...140	SS S ₁	8 5	6 6	95	16 75	11 60	8 50	E	E or P
other alloyed steels	140...180	SS S ₁	8 5	6 6	60	9,5 48	6 38	6 32	E	E or P
Tool steel	150...180	SS S ₁	8 5	6 6	50	40 32	32 27		E	Colza oil or P
C.I. 20, C.I. 25	hardness Brinell 200...250	H ₁	5	0	106	32 90	18 75	13 63	dry or E	dry
Copper alloys	hardness Brinell 80...120	SS G ₁	8 5	0 6	125 600	125 530	85 450	55 400	dry, E or L	dry
Cast bronze		SS G ₁	8 5	0 6	355	63 280	53 236	43 200	E or L	dry
Light alloys aluminium		SS G ₁	12 12	30 30	400 1320	300 1120	200 950	118 850	E or P soap spirit	E or P soap spirit
Aluminium alloys (11...13%Si)		SS G ₁	12 12	18 18	100 224	67 190	45 160	30 140	E	Oil S II or P
Magnesium alloys*		SS G ₁	8 5	6 6	1000 1800	900 1500	800 1250	750 1060	dry or with non-combustible oil	dry or with non-combustible oil
Plastics and hard rubber		SS G ₁	12 12	10 10	300	280	250	224	dry	dry
Bakelite, Novotext, Pertinax hard plastic		SS G ₁	12 12	14 14	280	212	170	132	dry	dry

Lampiran 3. Parameter Pengeboran

MATERIAL	CUTTING SPEEDS 1.		POINT ANGLE	LIP CLEARANCE	COOLANTS
	(METERS/MINUTE) MPM	(FEET/MINUTE) FPM			
Aluminum And Alloys	61.00 - 91.50	200 - 300	90 - 130 deg	12 - 15 deg	Kerosene/Kerosene & Lard Oil/ Soluble Oil
Armor Plate	12.20 - 18.25	40 - 50	135 - 140 deg	6 - 9 deg	Light Machine Oil
Brass	61.00 - 91.50	200 - 300	118 - 118 deg	12 - 15 deg	Dry/ Soluble Oil/Kerosene/Lard Oil
Bronze	61.00 - 91.50	200 - 300	110 - 118 deg	12 - 15 deg	Dry/ Soluble Oil/Mineral Oil/Lard Oil
Bronze, High Tensile	21.35 - 45.75	70 - 150	100 - 110 deg	12 - 15 deg	Dry/ Soluble Oil/Mineral Oil/Lard Oil
Cast Iron, Soft	30.50 - 45.75	100 - 150	90 - 100 deg	12 - 15 deg	Air Jet Dry/ Soluble Oil
Cast Iron, Medium	21.35 - 30.50	70 - 100	100 - 110 deg	12 - 15 deg	Air Jet Dry/ Soluble Oil
Cast Iron, Hard	21.35 - 30.50	70 - 100	100 - 118 deg	8 - 12 deg	Air Jet Dry/ Soluble Oil
Cast Iron, Chilled	9.15 - 12.20	30 - 40	118 - 135 deg	5 - 9 deg	Air Jet Dry/ Soluble Oil
Copper	61.00 - 91.50	200 - 300	100 - 118 deg	**_**	Air Jet Dry/ Soluble Oil
Copper Graphite Alloy (Carbon Drills)	18.30 - 21.35	60 - 70	**_**	**_**	Soluble Oil/Dry/Mineral Oil/Kerosene
Glass (Carbon Drills)	6.10 - 9.15	20 - 30	**_**	**_**	Soluble Oil/Dry/Mineral Oil/Kerosene
Iron, Malleable	15.25 - 27.45	50 - 90	90 - 100 deg	12 - 15 deg	Light Machine Oil
Magnesium And Alloys	76.25 - 122.0	250 - 400	70 - 118 deg	12 - 15 deg	Soluble Oil
Monel Nickel	4.15 - 15.28	30 - 50	118 - 125 deg	10 - 12 deg	Compressed Air/Mineral Oil
Nickel Alloys	12.20 - 18.30	40 - 60	135 - 140 deg	5 - 7 deg	Lard Oil/Soluble Oil
Plastic, Hot Set	30.50 - 91.50	100 - 300	60 - 90 deg	10 - 12 deg	Lard Oil/Soluble Oil
Plastic, Cold Set	30.50 - 91.50	100 - 300	118 - 135 deg	12 - 20 deg	Soap Solution
Steel, Low Carbon, 0.2-0.3ct	24.40 - 33.55	80 - 110	110 - 118 deg	7 - 9 deg	Soap Solution
Steel, Medium Carbon 0.4-0.5c	21.35 - 24.40	70 - 80	118 - 125 deg	7 - 9 deg	Soluble Oil/Mineral Oil/Sulfur Oil/Lard Oil
Steel (High Carbon 1.2c)	15.25 - 18.30	50 - 60	118 - 145 deg	7 - 9 deg	Soluble Oil/Mineral Oil/Sulfur Oil/Lard Oil
Steel, Forged	15.25 - 18.30	50 - 60	118 - 145 deg	7 - 12 deg	Soluble Oil/Mineral Oil/Sulfur Oil/Lard Oil
Steel, Alloy	15.25 - 21.35	50 - 70	118 - 125 deg	10 - 12 deg	Mineral Lard Oil
Steel, Alloy 300 To 400 Brinell	6.10 - 9.15	20 - 30	130 - 140 deg	7 - 10 deg	Soluble Oil
Steel, Stainless, Free Machining	9.15 - 24.40	30 - 80	110 - 118 deg	8 - 12 deg	Soluble Oil
Steel, Stainless, Hard	4.57 - 15.25	15 - 50	118 - 135 deg	6 - 8 deg	Soluble Oil
Steel, Manganese	3.66 - 4.57	12 - 15	140 - 150 deg	7 - 10 deg	Soluble Oil
Stone (Carbide Drills)	7.63 - 9.15	25 - 30	**_**	**_**	Water Solution
Wood	91.50 - 122.2	300 - 400	60 - 70 deg	10 - 15 deg	Dry

Lampiran 4. Tabel DIN 17100

Simbol dengan grup kualitas	Type deoksidasi	No. bahan	Jenis baja menurut EURONORM 25	Kadar C (%) ≤	Kekuatan		Penggunaan	
					σ_B sampai 100 mm ϕ (N/mm ²)	σ_s min (N/mm ²)	δ 5 min (%)	HB
St 33-1		1.0033	Fe 33-0	—	340...490	190	18	—
St 33-2		1.0035	—		340...490	190	18	—
St 34-1	U	1.0100	Fe 34-A	0,17	330...410	200	28	95...120
St 34-2	U	1.0150	Fe 34-B3FU	0,15				Baja tempa, mudah dikerjakan, baik untuk paku keling dan sekrup, pelat ekstrusi dan pipa.
	R	1.0102	Fe 34-B3FN					
	R	1.0108						
St 37-1	U	1.0110	Fe 37-A	0,20	360...440	240	25	105...125
	R	1.0111						Baja tempa, biasa dipakai dikonstruksi mesin, untuk tangki dan ketel, mudah dilas.
St 37-2	U	1.0112	Fe 37-B3FU	0,18				
	R	1.0114	Fe 37-B3FN					
St 37-3	RR	1.0116	Fe 37-C3	0,17				
St 42-1	U	1.0130	Fe 42-A	0,25	410...490	250	22	120...140
	R	1.0131						Komponen pres dan tempa, poros beban sedang, batang engkol kecil, mudah dilas.
St 42-2	U	1.0132	Fe 42-B3FU	0,25				
	R	1.0134	Fe 42-B3FN					
St 42-3	RR	1.0136	Fe 42-C3	0,23				
St 50-1	R	1.0530	Fe 50-1	0,25	490...590	290	20	140...170
St 50-2	R	1.0532	Fe 50-2	0,30				Poros beban tinggi, batang engkol mudah dikerjakan, sulit dikeraskan.
St 52-3	RR	1.0841	Fe 52-C3	0,2	510...610	350	22	—
								Baja konstruksi bangunan, mudah dilas.
St 60-1	R	1.0540	Fe 60-1	0,35	590...710	330	15	170...195
St 60-2	R	1.0572	Fe 60-2	0,40				Untuk komponen pembebanan tinggi dan beban gesek, pena pasak, spi, roda gigi, spindel, dapat dikeraskan.
St 70-2	R	1.0632	Fe 70-2	0,5	690...830	360	10	195...240
								Untuk komponen yang sangat keras, noken as, penggiling, cetakan, dapat dilakukan, temper dan bisa dikerjakan.

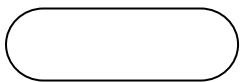

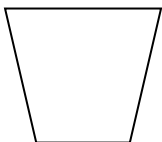

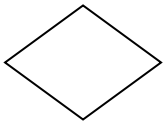


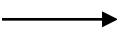
¹ Untuk grup kualitas utama, harus mengandung kadar % P, S atau N yang rendah.

Q : Tepi yang tidak retak; Z : batang tarik; P : tempa; Ro : untuk pipa.

² U : tidak stabil, R : stabil, RR : dituang dalam keadaan sangat stabil.

³ Harga untuk tebal ≤ 16 mm, untuk 16...40, σ_s ... 10 N/mm², untuk 40... 100 mm, σ_s ... 20 N/mm² dipilih lebih rendah.

Lampiran 5. Simbol Diagram Alir

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminal	Untuk menyatakan mulai (start), berakhir (end) atau berhenti (stop).
	Input	Data dan persyaratan yang diberikan disusun di sini.
	Pekerjaan orang	Di sini diperlukan pertimbangan-pertimbangan seperti pemilihan persyaratan kerja, persyaratan pengerjaan, bahan dan perlakuan panas, penggunaa faktor keamanan dan faktor-faktor lain, harga-harga empiris dll.
	Pengolahan	Pengolahan dilakukan secara mekanis dengan menggunakan persamaan, tabel dan gambar.
	Keputusan	Harga yang dihitung dibandingkan dengan harga patokan dll. Untuk mengambil keputusan.
	Dokumen	Hasil perhitungan yang utama dikeluarkan pada alat ini.
	Penghubung	Untuk menyatakan pengeluaran dari tempat keputusan ke tempat sebelumnya atau berikutnya, atau suatu pemasukan ke dalam aliran yang berlanjut.
	Garis aliran	Untuk menghubungkan langkah-langkah yang berurutan.

Lampiran 6. Foto Uji Kinerja



Foto 1. Setting alat pada mesin bubut



Foto 2. Penuangan aluminium



Foto 3. Aluminium mengeras

Lampiran 7. Foto Hasil Pengecoran




Foto 4. Hasil sebelum proses pemesinan




Foto 5. Hasil setelah proses pemesinan

Lampiran 8. Kartu Bimbingan



DEPERTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN



Alamat : Kampus Karang Malang Yogyakarta Telpn (0274) 554690 Fax (0274) 554690

FRM/MES/28-00
02 Agustus 2007

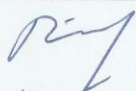



Kartu Bimbingan Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : Proses Pemesinan Cetakan *Horizontal Centrifugal Casting Aluminium*

Nama Mahasiswa : BONDAN AJI YOGA BRATA

No Mahasiswa : 13508134021

Dosen Pembimbing : Drs. Riswan Dwi Djatmiko, M.Pd.

No	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Selasa 0.3.2016	Bab I	revisi Rumusan Masalah	
2	Selasa 11.3.2016	Bab I	ok	
3	Senin 21.3.2016	Bab II	Tambahkan ke perancangan putaran mesin	
4	Senin 28.3.2016	Bab II Bab III	Tambahkan ke referensi pada tabel - ok.	

Keterangan :

- Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, kartu ini boleh dicopy.
- Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan proyek akhir

Lampiran 9. Diagram Fe3C

